



**FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE SISTEMAS**

**DISERTACIÓN DE GRADO PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**

**TEMA:
PROPUESTA DE UNA MEJOR ALTERNATIVA DE CUMPLIMIENTO DE
CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN INTERNET, PARA LA UTILIZACIÓN DE LOS
SERVICIOS DIFERENCIADOS (DiffServ) Y SERVICIOS INTEGRADOS
(IntServ).**

**AUTOR:
JOSÉ DANIEL VALDIVIEZO GÓMEZ**

QUITO, 2012

RESUMEN

La Calidad de Servicio (QoS), vista como un factor que debe ser inherente a la red, fue la respuesta a las nuevas exigencias que se derivaron de tal crecimiento. Actualmente, BestEffort, asignando cierto ancho de banda a todos los usuarios instantáneos de la mejor manera posible, sin hacer verdaderos compromisos en cuanto a la tasa de transferencia o el retardo de los paquetes, es el mecanismo que se implementa en la mayoría de las redes. Sin embargo, como esto no es realmente eficaz, ni mucho menos significativo, se han desarrollado mecanismos más especializados como IntServ, DiffServ, los cuales han sido capaces de enfatizar más la mejora de los parámetros que influyen en el aval de la prestación de un servicio calificado. No obstante, aún y cuando alcanzan a dar solución a los problemas de QoS en la red, su progreso se denota insuficiente en relación con el de la infraestructura y el crecimiento de la misma.

Consecuentemente, en los últimos años las redes tradicionales han prestado servicios a pesar del ancho de banda insuficiente, la falta de soporte multimedia, bajas velocidades, limitación de la movilidad y la predominancia de la voz, razones que deterioran en gran medida la QoS que se entrega al usuario final. El objetivo principal de esta investigación fue la propuesta de una mejor alternativa de cumplimiento de calidad de servicio (QoS) en Internet, para la utilización de los servicios Diffserv (servicios diferenciados) e Intserv (servicios integrados).

Tanto los servicios Diferenciados, como los servicios Integrados proveen a su manera las garantías de QoS:

IntServ provee garantías por flujo y con un establecimiento previo de la ruta lo cual le supone un buen comportamiento en términos de granularidad de servicio y de seguridad pero representa un pobre desempeño en parámetros como escalabilidad y velocidad.

DiffServ por su parte provee garantías por agregado de flujo y por salto. Esta propuesta presenta una buena escalabilidad y velocidad en el establecimiento de la transferencia pero le resta prestancia en granularidad, seguridad y respuesta a los cambios. Cabe señalar que la

escalabilidad del protocolo de ruteo es un problema fundamentalmente diferente de la escalabilidad del modelo de servicio.

Con todo lo expuesto en esta investigación, se recomienda el modelo de servicio diferenciado (DiffServ) que se encuentra mejor constituido debido a la forma en la que maneja el proceso de comunicación de la información; todo esto es gracias a la función acondicionamiento, que es la encargada de que el tráfico se ajuste a las condiciones del TCA (*TrafficConditioningAgreement*: está compuesto de tres funciones, *Función Medidor*, *Función Marcador* y *Función Conformador y Descarte*); mientras que el modelo de servicios integrados (IntServ) al aplicar reservas individuales de recursos para cada flujo de información, ocasiona problemas de escalabilidad en el núcleo de la red debido a que el volumen o capacidad que maneja cada usuario es ilimitado.

AGRADECIMIENTO.-

Este trabajo realizado, lo quiero dedicar de manera muy especial a Dios, por darme salud y sabiduría en el arduo camino para culminar mi carrera, a esta prestigiosa Universidad por darme las guías y la instrucción necesaria para ser el profesional que ahora soy, y finalmente a mi familia y amistades por todo el apoyo incondicional antes, durante y después de mi trayectoria universitaria.

INTRODUCCIÓN

En sus inicios, las redes fueron planteadas para establecer comunicaciones y compartir recursos en instituciones gubernamentales y/o de investigaciones en donde sólo eran implementadas para recolectar o transportar información y en donde el rendimiento era el mínimo en comparación con el actual, pero que para las necesidades de aquella época representaban grandes prestaciones.

Con el paso del tiempo, las redes salieron de su nicho institucional y se abrieron hacia el público en general, causando de esta forma, un aumento en el número de usuarios, y análogamente un crecimiento de las demandas hacia las mismas. Esta situación de expansión en la cobertura de la red, así como de sus servicios, hizo que su manejo se tornara más complejo, sobretodo porque ya no sólo se pensaba en que estas ejecutaran sus funciones de comunicación, sino que las realizaran de forma eficiente y tomando en cuenta la experiencia del usuario con las mismas.

La Calidad de Servicio (QoS), vista como un factor que debe ser inherente a la red, fue la respuesta a las nuevas exigencias que se derivaron de tal crecimiento. Actualmente, Best Effort, asignando cierto ancho de banda a todos los usuarios instantáneos de la mejor manera posible, sin hacer verdaderos compromisos en cuanto a la tasa de transferencia o el retardo de los paquetes, es el mecanismo que se implementa en la mayoría de las redes. Sin embargo, como esto no es realmente eficaz, ni mucho menos significativo, se han desarrollado mecanismos más especializados como IntServ, DiffServ, los cuales han sido capaces de enfatizar más la mejora de los parámetros que influyen en el aval de la prestación de un servicio calificado. No obstante, aún y cuando alcanzan a dar solución a los problemas de QoS en la red, su progreso se denota insuficiente en relación con el de la infraestructura y el crecimiento de la misma.

Consecuentemente, en los últimos años las redes tradicionales han prestado servicios a pesar del ancho de banda insuficiente, la falta de soporte multimedia, bajas velocidades, limitación de la movilidad y la predominancia de la voz, razones que deterioran en gran medida la QoS que se entrega al usuario final.

Hoy, las redes de información se encuentran en un proceso de evolución que busca la convergencia dentro de una misma infraestructura basada en paquetes que permita prestar múltiples servicios concurrentes, con capacidades de QoS extremo a extremo y proporcionando movilidad y acceso generalizado, todo enmarcado dentro de las Redes de Siguierte Generación (NGN). NGN tiene metas bastante ambiciosas en cuanto a la variedad de servicios que quiere ofrecer, la flexibilidad de los medios y protocolos, y los términos de la movilidad y múltiple acceso. Esto requiere un estudio y diagnóstico minucioso, debido a la convergencia de múltiples tecnologías de transporte e interfuncionamiento con las redes ya existentes. Sin embargo, es la satisfacción del usuario (QoS), uno de los puntos más complejos e importantes a analizar y resolver y, que refleja el nivel de eficacia y equitatividad de la red.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Capítulo 1.- Funcionamiento de Internet

1.1. Reseña Histórica.....	1
1.2. Funcionamiento.....	2
1.2.1. Arquitectura Cliente Servidor.....	2
1.2.2. El Modelo TCP/IP.....	3
1.3. Direcciones IP.....	4
1.2.3.1. Direcciones IPv6.....	4
1.2.3.2. Servidores DNS.....	6
1.3.1. Proveedor de Servicios de Internet (ISP).....	6
1.4. Importancia de Internet.....	8

Capítulo 2.- Calidad de Servicio

2.1. Calidad de Servicio (QoS).....	10
2.1.1. Parámetros de Calidad de Servicio.....	11
2.1.1.1. Retardo.....	11
2.1.1.2. Variación del Retardo.....	11
2.1.1.3. Pérdidas de Paquetes.....	12
2.1.2. Mecanismos de Calidad de Servicio.....	13
2.1.3. Normativa Técnica.....	15
2.2. Calidad del Servicio en LAN's.....	16
2.2.1. Calidad de Servicio en Redes de Área Local (LAN's).....	16
2.2.2. Etiquetado de Tramas según 802.1Q.....	16
2.3. Calidad del Servicio en Internet.....	17
2.3.1. Parámetros de Calidad del Servicio.....	17
2.3.2. Procedimientos de Calidad del Servicio.....	17
2.3.3. Arquitectura de CDS.....	18
2.3.4. Servicios Integrados y Protocolo RSVP.....	18

2.3.4.1. Modelo de la Arquitectura de Servicios Integrados.....	19
2.3.4.2. Protocolo RSVP.....	19
2.3.5. Arquitectura de Servicios Diferenciados.....	19
2.3.5.1. Definición y Objetivos.....	19
2.4. Control de Congestión de Internet.....	20
2.4.1. Mecanismos de Control de Congestión en Internet.....	20
2.4.1.1. ECN en Internet.....	20
2.4.1.2. Slow Start.....	23

Capítulo 3.- Desarrollo de la Propuesta

3.1. Análisis comparativo entre DiffServ e IntServ.....	25
3.1.1. Servicios Integrados: IntServ.....	25
3.1.1.1. Modelo de Tráficos y de Servicios.....	26
3.1.1.2. Arquitectura IntServ.....	27
3.1.1.3. Protocolo de Reserva RSVP.....	29
3.1.1.4. IntServ y RSVP.....	29
3.1.1.5. Qué es un RSVP.....	31
3.1.1.6. Problemas de intServ/RSVP.....	32
3.1.1.7. Funcionamiento de RSVP en Multicast.....	33
3.1.1.8. Problemas del RSVP en Multicast.....	33
3.1.1.9. RFC's sobreIntServ/RSVP.....	34
3.1.2. Servicios Diferenciados.....	35
3.1.2.1. Arquitectura del Modelo de Servicios Diferenciados.....	35
3.1.2.2. Perfiles PHB definidos en el Modelo DiffServ.....	37
3.1.2.3. Arquitectura de un Nodo DiffServ y sus Funciones.....	38
3.1.2.4. Implementación de DiffServ en los routers.....	41
3.1.2.5. Encolamiento de paquetes en los routers.....	41
3.2. Identificación y Definición de indicadores causantes de disminución en la calidad de Servicio (QoS) de internet.....	42

3.2.1. Congestión y Calidad del Servicio.....	43
3.2.2. Efectos de la Congestión en el tiempo de servicio y rendimiento.....	43
3.2.3. Calidad de Servicio (QoS) en Internet.....	44
3.2.4. Parámetros típicos de los SLA's que se maneja en internet.....	44
3.2.5. Fluctuación del retardo – Jitter.....	45
3.2.6. Calidad de Servicio, reserva o prioridad ?.....	46
3.3. Comparación de los Modelos (DiffServ e IntServ) dentro del funcionamiento de Internet.....	47
3.3.1. Modelo IntServ y el protocolo RSVP.....	47
3.3.1.1. Clasificación de la aplicaciones en Servicios Integrados.....	47
3.3.1.2. Tipos de servicio en IntServ.....	47
3.3.1.3. Reparto de recursos en IntServ.....	48
3.3.2. Modelo DiffServ y campo DSCP.....	48
3.3.2.1. Tipos de servicio en DiffServ.....	49
3.3.2.2. Reparto de recursos en DiffServ.....	49
3.3.2.3. Comparación general sobre los dos tipos de servicio analizados.....	50

Capítulo 4.-Presentación del Análisis Realizado

4.1. Sobre la Calidad del Servicio en Internet.....	51
4.2. Propuesta para Servicios Integrados (IntServ).....	52
4.3. Propuesta para Servicios Diferenciados (DiffServ).....	53
4.4. Recomendación General.....	54

Capítulo 5.- Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones.....	55
5.2. Recomendaciones.....	57

Bibliografía y Referencias

Bibliografía.....	58
-------------------	----

Glosario de Términos

Glosario.....	62
---------------	----

FUNCIONAMIENTO DE INTERNET

1.1.- Reseña Histórica

Los inicios de Internet nos remontan a los años 60. En plena guerra fría, Estados Unidos crea una red exclusivamente militar, con el objetivo de que, en el hipotético caso de un ataque ruso, se pudiera tener acceso a la información militar desde cualquier punto del país, ésta red se creó en 1969 y se llamó *ARPANET*.

En principio, la red contaba con 4 ordenadores distribuidos entre distintas universidades del país. Dos años después, ya contaba con unos 40 ordenadores conectados. Tanto fue el crecimiento de la red que su sistema de comunicación se quedó obsoleto. Entonces dos investigadores crearon el Protocolo *TCP/IP*, que se convirtió en el estándar de comunicaciones dentro de las redes informáticas (*actualmente seguimos utilizando dicho protocolo*), *ARPANET* siguió creciendo y abriéndose al mundo, y cualquier persona con fines académicos o de investigación podía tener acceso a la red.

Las funciones militares se desligaron de *ARPANET* y fueron a parar a *MILNET*, una nueva red creada por los Estados Unidos.

La NSF (*National Science Foundation*) crea su propia red informática llamada *NSFNET*, que más tarde absorbe a *ARPANET*, creando así una gran red con propósitos científicos y académicos. El desarrollo de las redes fue abismal, y se crean nuevas redes de libre acceso que más tarde se unen a *NSFNET*, formando el embrión de lo que hoy conocemos como *INTERNET*.

En 1985 la Internet ya era una tecnología establecida, aunque conocida por unos pocos. El autor *William Gibson* hizo una revelación: el término "*ciberespacio*". En ese tiempo la red era básicamente textual, así que el autor se basó en los videojuegos, con el tiempo la palabra "*ciberespacio*" terminó por ser sinónimo de Internet. El desarrollo de *NSFNET* fue tal que hacia el año 1990 ya contaba con alrededor de 100.000 servidores.

En el *Centro Europeo de Investigaciones Nucleares* (CERN), Tim Berners Lee dirigía la búsqueda de un sistema de almacenamiento y recuperación de datos. Berners Lee retomó la idea de Ted Nelson (*un proyecto llamado "Xanadú"*) de usar hipervínculos. Robert Caillau quien cooperó con el proyecto, cuenta que en 1990 deciden ponerle un nombre al sistema y

lo llamarón *World Wide Web* (WWW) o telaraña mundial. La nueva fórmula permitía vincular información en forma lógica y a través de las redes. El contenido se programaba en un lenguaje de hipertexto con "etiquetas" que asignaban una función a cada parte del contenido. Luego, un programa de computación, un intérprete, eran capaz de leer esas etiquetas para desplegar la información. Ese intérprete sería conocido como "navegador" o "browser". En 1993 *Marc Andreessen* produjo la primera versión del navegador "*Mosaic*", que permitió acceder con mayor naturalidad a la WWW.

La interfaz gráfica iba más allá de lo previsto y la facilidad con la que podía manejarse el programa abría la red a los legos. Poco después Andreessen encabezó la creación del programa *Netscape*, a partir de entonces Internet comenzó a crecer más rápido que otro medio de comunicación, convirtiéndose en lo que hoy todos conocemos.

Algunos de los servicios disponibles en Internet aparte de la WEB son el acceso remoto a otras máquinas (*SSH* y *telnet*), transferencia de archivos(*FTP*), correo electrónico (*SMTP*), conversaciones en línea (*IMSN MESSENGER*, *ICQ*, *YIM*, *AOL*, *jabber*), transmisión de archivos (*P2P*, *P2M*, *descarga directa*), etc.

1.2.- Funcionamiento de Internet

1.2.1.- Arquitectura Cliente-Servidor

La arquitectura cliente-servidor consiste en la existencia de dos tipos de ordenadores con funciones diferentes:

- Cliente.- Ordenador que solicita un servicio (petición). Por ejemplo el utilizado para enviar un mensaje de correo electrónico o para consultar los datos de una página web.
- Servidor.- Ordenador que proporciona un servicio. Procesa la petición del cliente y genera una respuesta adecuada. Por ejemplo, el ordenador que recibe y envía adecuadamente los correos electrónicos o el que procesa las peticiones de consulta de las cuentas de un banco.

Cada ordenador conectado a Internet tiene asignado un número, denominado dirección IP, que lo identifica de modo único en la red. Existen unos servidores especiales, los sistemas de nombres de Dominio, denominados servidores DNS, que son capaces de traducir direcciones como `www.anaya.es` en su correspondiente dirección numérica (195.61.10.40).

Como vimos, las peticiones que realiza el programa cliente deben seguir la estructura: `protocolo://nombre del dominio: número de puerto/archivo`.

1.2.2.- El modelo TCP/IP.

Un protocolo es el conjunto de reglas y especificaciones técnicas que permiten la comunicación entre extremos de manera fiable. El protocolo básico utilizado en Internet es el formado por, TCP (Transfer Control Protocol) e IP (Internet Protocol). Podrán utilizarse otros protocolos en Internet pero tendrán que estar basados en estos.

Las peticiones y respuestas en la arquitectura Cliente-Servidor deben enviarse de un ordenador a otro atravesando múltiples nodos intermedios. TCP/IP es un conjunto de protocolos que indica cómo deben enviarse y reconstruirse los datos. Cada protocolo tiene una misión. Por tanto, los datos tienen que ir pasando por diferentes capas en las que los protocolos correspondientes ejercerán sobre ellos diferentes operaciones.

- **Aplicación.-** Estos protocolos se encargan de convertir las corrientes de datos en información comprensible por el usuario. Estos protocolos son: Telnet, ftp, http.
- **Transporte.-** En el servidor, esta capa se encarga de fraccionar la información en paquetes y de asignarles un número de orden. En el Cliente, la capa de transporte combina los paquetes recibidos en el orden adecuado y comprueba que se han transmitido correctamente.
- **Red.-** En esta capa se asigna a cada paquete la dirección del ordenador al que debe enviarse. Además, se incluye un valor denominado Tiempo de vida (TTL); si el paquete atraviesa un número de nodos superior al valor TTL será destruido.
- **Física.-** En los protocolos sólo deben cumplir la condición de ser capaces de transmitir paquetes IP.

1.2.3. Direcciones IP.

La dirección IP está compuesta por 32 bits, que se suelen agrupar en bytes que se expresan en notación decimal separados por puntos. Por ejemplo la dirección binaria 1100110010010010000100100010001 se suele expresar de la forma 204.146.18.33

Dentro de una dirección IP podemos distinguir dos partes:

El número de red.- Las redes están clasificadas, según sus tamaños en tres categorías: clase A, clase B y clase C. Los primeros bits de la dirección indican el tipo de red. El número de nodo. Este número identifica a cada ordenador dentro de una red.

Debido al amplio crecimiento de la red, los 32 bits de dirección son insuficientes. Por ello se ha creado IP versión 6 o IP de Nueva generación (la normal es la 4).

Mejoras de IP v6

- Direcciones de 128 bits.
- Mejoras en las opciones.
- Asignación dinámica de direcciones.
- Flexibilidad en el direccionamiento.
- Facilidad para la asignación de recursos.
- Capacidades de seguridad.
- Eliminación de control de errores de cabecera.
- Fragmentación sólo en la fuente.

Estructura de la trama (PDU) en IPv6.-Consta de una cabecera IPv6 de 40 bytes (IPv4 es de 20 bytes). Los campos de la cabecera son 8 frente a los 13 de IPv4. El campo de clase de tráfico permite diferenciar los datagramas en prioridades o clases para un mejor tratamiento. Desde el origen, hay una etiqueta de flujo que tienen todos los datagramas que pertenecen a la misma transmisión lógica.

1.2.3.1. Direcciones IPv6

Consta de 128 bits. Cada nodo tiene una interfaz que identifica a múltiples destinos (o a uno sólo). Hay tres tipos de direcciones:

- **Unidistribución:** Un identificador para una interfaz individual.
- **Monodistribución:** Un identificador para un conjunto de interfaces. Un paquete enviado a este tipo de dirección es captado por una interfaz de las identificadas por esa dirección.
- **Multidistribución:** Un identificador para un conjunto de interfaces. Un paquete enviado a una dirección de este tipo se entrega a todas las interfaces identificadas por esa dirección.

Las direcciones constan de grupos de 16 bits separados por ":". Estos 16 bits se codifican en hexadecimal. Cuando hay un grupo de 0, se sustituye por "::". Por ejemplo: "5566:FFEE:54AB:F4F5:5434:09DE:43D5:FF00" o " 6655:E443:87C6:6578::" que equivale a "6655:E443:87C6:6578:0000:0000:0000:0000".

Cabeceras adicionales de IPv6

Entre la cabecera de TCP y la de IP se pueden incluir cabeceras adicionales de longitud múltiplo de 8 bytes. Estas cabeceras deben aparecer en orden (si las hay), Y Son:

- ***Cabecera nodo por nodo:*** Contiene información de los nodos por los que ha viajado el paquete.
- ***Cabecera de encaminamiento:*** Contiene una lista de nodos intermedios por los que debe viajar el paquete (la establece el emisor).
- ***Cabecera de fragmentación:*** Permite enviar paquetes de un tamaño superior al normal. La fragmentación sólo se hace en IPv6 en el origen y no en los nodos intermedios.
- ***Cabecera de autenticación:*** Sirve para autenticar y asegurar la integridad de los paquetes.
- ***Cabecera de confidencialidad:*** Se encarga de encriptar los datos para hacerlos seguros en el camino. Si está presente, a partir de ella, toda la información está ya encriptada.
- ***Cabecera de extremo a extremo:*** Da una información opcional controlada por el destinatario.

1.2.3.2. Servidores DNS.

DNS permite convertir nombres en direcciones. Ejemplo de Obtención de un nombre de dominio.-

1º) Se envía una petición al organismo InterNIC.

2º) Después de comprobar que el nombre no está reservado, InterNIC incluye la relación (nombredirección IP) en las bases de datos del DNS.

Este proceso se denomina resolución de nombres. En los nombres del dominio se distinguen tres partes:

- Primer nivel: Indica la actividad o nacionalidad del organismo
- Segundo nivel: Suele ser el nombre del organismo
- Nombre del nodo: Identifica un recurso concreto dentro de la red del organismo.

Por ejemplo: contable.acme.com podría identificar al servicio contable de la empresa comercial ACME.

Primer Nivel, Actividad o Nacionalidad

Tabla 1.2. Actividad o Nacionalidad de direcciones en Internet.

<i>com</i>	<i>Comercial</i>
<i>edu</i>	<i>Educación</i>
<i>gov</i>	<i>Agencias gubernamentales</i>
<i>mil</i>	<i>Organismos militares</i>
<i>net</i>	<i>Infraestructuras</i>
<i>org</i>	<i>Organizaciones no lucrativas</i>
<i>es</i>	<i>España</i>
<i>uk</i>	<i>Reino Unido</i>
<i>de</i>	<i>Alemania</i>
<i>au</i>	<i>Australia</i>

Autor: Daniel Valdiviezo.

1.2.4. Proveedor de Servicios de Internet (ISP)

Hay dos formas de acceder a Internet desde un ordenador: conexión directa y conexión remota.

- La conexión directa tiene carácter permanente (existe una conexión constante a

Internet) y suele ser utilizada por empresas con un número más o menos alto de usuarios. Al ser permanente, la conexión es inmediata y no habrá que esperar ningún proceso de inicio de conexión, validación de permisos de acceso de los usuarios.

- La conexión remota tiene carácter temporal y por tanto cada vez que se desea acceder a Internet se debe iniciar la conexión y validar al usuario que intenta acceder. Este tipo de conexiones son las que se utilizan a nivel doméstico.

Para que un usuario pueda realizar una conexión remota debe utilizar los servicios de alguna empresa que tenga una conexión directa. Este tipo de empresas se denominan ISP o Proveedores de Servicios de Internet y deben tener dado de alta al usuario que quiere acceder remotamente.

La comunicación entre el cliente remoto y el ISP suele realizarse a través de la línea telefónica convencional, lo cual requiere el uso de módems en los ordenadores. Otra posibilidad es utilizar líneas de alta velocidad como la RDSI (Red Digital de Servicios Integrados). (Buscar ADSL) Cuando se da de alta a un usuario en un ISP se abre una cuenta en dicho servicio con un nombre determinado (este debe ser único) y una clave o password para su identificación. El proveedor suele proporcionar diferentes servicios entre los que suelen destacar:

Posibilidad de abrir una o varias cuentas de correo electrónico.- Para cada cuenta, el proveedor nos otorgará un “tamaño o capacidad de buzón”, es decir, un espacio en disco más o menos grande para guardar nuestros mensajes y los ficheros asociados.

Espacio reservado para uso personal.- En los servidores de los ISP se suele asignar un cierto espacio a cada cuenta ISP. De esta forma los usuarios pueden guardar sus propios datos:

- por ejemplo, páginas web personales que, de este modo, estarán accesibles a todos los usuarios de Internet.

A parte del tipo de servicios que otorgan, en la elección del ISP debe tener en cuenta características como:

Ancho de banda utilizado.- Este valor nos dará una idea de la velocidad que podemos obtener.

Cercanía del nodo de conexión ISP.- Para asegurar una buena calidad en las transmisiones y bajo coste de la llamada. Lo adecuado es que sea un nodo local (ubicado en la misma ciudad o provincia).

Las formas de contratación del servicio. Normalmente puede ser: ISP gratuito (sólo pagar el coste de la llamada de conexión al ISP), bonos para un número máximo de horas, bonos por acceso a partir de una hora.

1.3.- Importancia de Internet

Internet, ha cambiado la vida de las personas; con un ordenador y acceso a la red, se puede hacer muchísimas tareas que antes habrían sido imposibles, a continuación detallo algunas de las más comunes:

1.3.1. Información.- la webs se han convertido en fuentes de información consagradas hasta el punto que muchas personas ya no acuden a libros sino lo hacen desde la propia página.

1.3.2. Entretenimiento.- la televisión, la radio, o los mismos videojuegos han bajado puntos en el tiempo de ocio de las personas desde que Internet está en sus vidas. Las personas pasan una media de 13,3 horas semanales delante de un ordenador navegando frente a las 13 horas que pasa en la televisión, 12,6 horas de la radio, etc.

1.3.3. Comunicación.- en todo el mundo se ha reducido considerablemente el envío de cartas, aumentando el número de correos electrónicos, ya que es una forma más cómoda, económica y rápida de ponerse en contacto.

1.3.4. Compra-Ventas.- comprar y vender por internet no es sólo una alternativa, sino un negocio para millones de personas. Puede realizarse con total comodidad las 24 horas al día y hacer pagos online.

1.3.5. Formación.- en la red existen diversas oportunidades formativas, desde cursos online a tutorías virtuales.

Sin duda Internet, es el presente y el futuro.

En la actualidad es importante resaltar que la Internet ha llegado a gran parte de los hogares y de las empresas de los países ricos, en este aspecto se ha abierto una brecha digital con los países pobres, en los cuales el ingreso de Internet y las nuevas tecnologías de información es muy limitada para las personas; esta brecha ha permitido que estas limitaciones varíen. No obstante, en el transcurso del tiempo se ha venido extendiendo el acceso a Internet en casi todas las regiones del mundo, de modo que es relativamente sencillo encontrar por lo menos 2 computadoras conectadas en regiones remotas, las cuales van a permitir la comunicación cada vez más amplia alrededor del mundo.

CALIDAD DE SERVICIO (QoS)

2.1. Calidad de Servicio (QoS)

En el término de Calidad es definida como el “Conjunto de características de un elemento que le confieren la aptitud para satisfacer necesidades explícitas e implícitas.” La ITU-T, en define la Calidad de Servicio (QoS) como, “El efecto colectivo de rendimiento de los servicios que determinan el grado de satisfacción de un usuario del servicio”.

La QoS es considerada como la capacidad de segmentar el tráfico o diferenciar entre los tipos de tráficos con el fin de realizarle un tratamiento diferente a los flujos de señal. Entonces, en este orden de ideas QoS, en el ámbito de networking se define como la capacidad que tiene un dispositivo de red (switch, router, aplicación, etc), de controlar de manera satisfactoria el nivel de tráfico y los servicios que se prestan por la red; una forma de aplicar este concepto de QoS es cuando se administra el ancho de banda de la red de acuerdo con la aplicación y los parámetros establecidos por el usuario y/o administrador de la red.

Este tipo de QoS se clasifica en tres clases:

- **QoS intrínseca**, que se encuentra relacionada con la que provee la red en sí misma y se describe en parámetros tales como ancho de banda, retardos, variación de los retardos o pérdidas de paquetes.
- **QoS que es percibida por los usuarios**, denominada Perceived QoS (P-QoS, en sus siglas en ingles) y su eficacia depende de cómo los usuarios de la red califican el funcionamiento de ésta. Cuando en P-QoS se requiere evaluar el funcionamiento de la red, esto se realiza según un modelo denominado Mean Opinion Score (MOS, en sus siglas en ingles), según este modelo los usuarios clasifican tanto cuantitativa como cualitativamente lo que ellos consideran el funcionamiento de su red o el grado de satisfacción de servicio que ellos tienen con los servicios que le son suministrados.
- **Assessed QoS**, donde se mide la “voluntad” que tiene el usuario sobre la utilización de un servicio específico. Este indicador guarda relación con la PQoS, pero mide además otros parámetros como la fijación de precios, el soporte que se ofrece.

2.1.1. Parámetros de Calidad de Servicio (QoS)

Cuando se implementan políticas de QoS en una red de datos, estos influyen tres aspectos importantes, Retardo, Variación del Retardo (Jitter), Pérdidas de Paquetes, algunos autores hacen referencia a un cuarto parámetro como lo es el Ancho de Banda. Dependiendo del comportamiento que se requiera en la red de datos así serán los mecanismos de QoS que se apliquen y estos afectan directamente el rendimiento de la red que se mide con los parámetros descritos anteriormente. A continuación se realiza una breve reseña de cada uno de estos:

2.1.1.1. Retardo

Se define como el tiempo o intervalo necesario para que la información comience a estar disponible en el destino, después de su transmisión. Es una expresión que habla de cuánto tiempo tarda un paquete de datos en salir de un punto de la red y llegar a otro. Un retardo es producido por la demora en la propagación y transmisión de paquetes dentro de la red. Otro factor que influye en la latencia de una red es el tamaño de los paquetes transmitidos.

2.1.1.2. Variación del Retardo

Es la desviación que tiene la señal en un instante significativo con respecto a su posición ideal en el tiempo, la frecuencia de estas variaciones es mayor o igual a 10Hz. Esta desviación puede llegar a degradar la calidad de la transmisión si es suficientemente alta. La variación de la posición del pulso en una serie de pulsos depende de la función de error de tiempo del Jitter. Obviamente, las mediciones del Jitter en el resultado dependerán de la señal de referencia que se elija. En la medición, la posición de la señal ideal está determinada por la señal de disparo o trigger, que se utiliza como una señal de referencia.

2.1.1.3. Pérdidas de Paquetes

Se define como la acción a través de la cual los paquetes enviados de un punto a otro en la red no llegan a su destino, o al menos llegan tan extremadamente retardados que ya son considerados carga útil.

Existen varios factores que contribuyen a la pérdida de paquetes, todos ellos relacionados con el insuficiente ancho de banda en al menos un dispositivo o nodo en la trayectoria extremo a extremo: En la red, cada vez que se establece una ruta entre dos puntos, son muchos los flujos de tráfico que quieren circular por esta. De esta manera, para cada dispositivo de red o enrutador en dicha trayectoria, estos flujos deben competir por una única salida a través del mismo con un ancho de banda específico. Luego, si el ancho de banda de los enlaces de entrada de dichos flujos a tal punto de red es mayor que el ancho de banda de la única salida compartida por todos estos, ocurrirá una pérdida de paquetes.

La calidad de servicio se opone al best effort, cuyas prestaciones dependen de las condiciones de la red en cada momento. Típicamente, las redes y protocolos digitales que admiten QoS (Frame Relay, ATM, etc.) permiten controlar algunas de las perturbaciones más comunes en comunicaciones sobre redes de conmutación de paquetes:

- La pérdida de paquetes, debido a la imposibilidad de entregarlos a un receptor que tiene un buffer (cola de entrada) lleno, lo que puede obligar a la retransmisión de los paquetes perdidos.
- Retardo, debido a las esperas de los paquetes en distintos nodos de la red (colas) o, simplemente, al rutado a través de un camino más largo que el directo para evitar congestiones.
- Jitter, que no es más que la llegada de una secuencia de paquetes con retardos dispares para cada uno de ellos, lo que perjudica gravemente a las comunicaciones ordenadas, como las secuencias de audio, por ejemplo, llegada en desorden, causada por el rutado por distintos caminos de los paquetes de una secuencia, que sólo puede ser corregido por determinados protocolos de transmisión.
- Errores en la transmisión, que provocan la corrupción de los datos o la combinación errónea de paquetes.

En general, los distintos mecanismos de calidad de servicio se basan en la asignación de recursos mediante la priorización de los paquetes a enviar, siguiendo una jerarquía que podría ser como esta:

- 0 Best effort
- 1 Tareas de fondo
- 2 Estándar
- 3 Carga excelente (Crítico para el negocio)
- 4 Carga controlada (streams multimedia)
- 5 Video (medios interactivos que requieren menos de 100ms de latencia y de jitter)
- 6 Voz (voz interactiva, que requiere menos de 10ms de latencia y de jitter)
- 7 Tráfico reservado para el control de red

2.1.2. Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS)

La IETF (Internet Engineering Task Force, en sus siglas en inglés), propone algunos modelos y mecanismos para poder comprender la QoS. Estos modelos incluyen lo que se denomina IntServ /RSVP, DiffServ, MPLS y de Ingeniería de Tráfico. Cada uno de estos modelos propuestos tienen unas características determinadas en función de los Retardos, Variación del Retardo, Pérdidas de Paquetes y Ancho de Banda, con el fin de poder ofrecer aplicaciones que tengan un rendimiento óptimo según los parámetros expuestos anteriormente. A continuación se realiza una breve descripción de estos parámetros anotando sus principales características:

Best-Effort, es un mecanismo de Calidad de Servicio asociado a la Internet, cuyo funcionamiento consiste en el intento de la red por hacer que el tráfico que llega a ella, pueda alcanzar su destino, sin garantizar la certeza del éxito de este envío o que el tráfico recibirá cierto tratamiento garantizado dada una prioridad en el mismo. De esta manera, cada aplicación o servicio es servido con tasas de tráfico sin especificar y tiempos de entrega inesperados.

IntServ/RSVP, este modelo fue diseñado como un protocolo de señalización para las aplicaciones que requieren reserva de recursos de la red. Esto representa un cambio en la arquitectura del Internet, ya que modifica el estado de la información existente en los sistemas finales. RSVP no se debe confundir con un protocolo de enrutamiento, está diseñado básicamente para trabajar con el tráfico multicast y unicast. Su funcionamiento es que básicamente siempre está consultando la tabla de enrutamiento con el fin de conocer

las rutas.

En el caso multicast, por ejemplo, un anfitrión envía de forma periódica mensajes IGMP para unirse a un grupo y luego envía mensajes RSVP para reservar recursos a lo largo de la ruta de entrega de ese grupo. El mecanismo de QoS de Servicios Integrados se divide en dos grandes clases de servicios:

- *Guaranteed Services*, este tipo de aplicaciones son aquellas que requieren retardos fijos y donde se requiere garantizar un nivel de tasa de transmisión. Con relación al tráfico de colas, a este tipo de servicios se les especifica un límite al retardo que se le añade al retardo de propagación. Además no hay pérdidas por retardo de colas ya que en el buffer no se pierde ningún paquete, cuando un paquete se pierde en la transmisión esto se debe principalmente a los fallos propios de la red o los cambios en la tabla de enrutamiento.
- *Predictive Services*, que son aplicaciones con retardos probabilísticos y con muy poca pérdida de paquetes, es decir, en la transmisión un gran porcentaje de los paquetes enviados serán entregados.

DiffServ, en este mecanismo los flujos de tráfico no se distinguen y se agregan en un número reducido de clases de tráfico. Los flujos y recursos de la red se asignan a una clase de tráfico y no a flujos individuales con el fin de que se realice borde a borde. Este flujo borde-borde es conocido como Dominios de DiffServ (DS) y son caminos que deben tomar los paquetes con una clase de tráfico determinada. Bajo este esquema se reducen las señalizaciones que se emitían en RSVP ya que en IntServ reservaba ancho de banda a lo largo de la trayectoria en cambio en DiffServ ya se tiene determinado con anterioridad la clase de tráfico con que se requiere diferenciar el flujo que circula en los dominios de DS. DiffServ es un mecanismo de manejo de tráfico, esto se define en la cabecera IP en el campo llamado DiffServ Codepoint (DSCP, en sus siglas en inglés). Los Host o Router envían el tráfico dentro la red DiffServ marcando la transmisión con un valor de DSCP, con esto se clasifican los paquetes dentro de un dominio de DiffServ aplicando unas características que incluyen el encolado de los paquetes durante la transmisión.

Estas características son conocidas como PHB (Per-hop Behavior) que se basan en el resultado de la clasificación de un tipo de tráfico de un flujo determinado.

MPLS, este protocolo define una nueva señalización y distribución de etiquetado soportándose en los protocolos y arquitecturas existentes. MPLS utiliza etiquetas cortas de longitud fija que son añadidas a los paquetes de datos en el momento en que éstos ingresan. Estas etiquetas son añadidas a cada paquete y determinan las decisiones de enrutamiento. Al aplicar QoS sobre redes MPLS, y al realizar el etiquetado este asigna diversos valores dependiendo de las características por donde ingresa el paquete o del nivel de QoS que se desea aplicar.

2.1.3. Normativa Técnica

La principal norma es la ETSI EG 202 057 que está compuesta por cuatro documentos:

- **EG 202 057-1**, trata de las definiciones generales de parámetros de QoS y métodos de medida relacionados con el usuario que se pueden aplicar a cualquier servicio, así como de las definiciones generales de parámetros de QoS y métodos de medida relacionados con el usuario para los servicios de voz, datos y fax accesibles por medio de las redes de telecomunicaciones disponibles al público.
- **EG 202 057-2**, trata de las definiciones de parámetros de QoS y métodos de medida relacionados con el usuario para los servicios de voz, datos, fax y SMS accesibles por medio de las redes de telecomunicaciones disponibles al público. Los parámetros de datos son para cuando se empleen modems de la serie V-9x, porque se trata del más común.
- **EG 202 057-3**, trata de las definiciones de parámetros de QoS y métodos de medida relacionados con el usuario para los servicios redes de telecomunicaciones públicas, terrenales, móviles (PLMN).
- **EG 202 057-4**, trata de las definiciones de parámetros de QoS y métodos de medida relacionados con el usuario para los servicios de acceso a Internet.

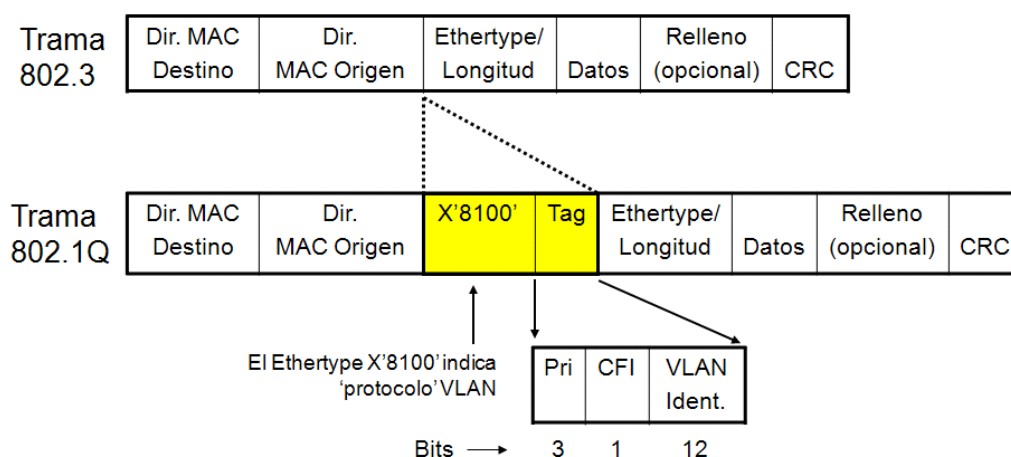
2.2.- Calidad del Servicio en Local Area Network (LAN`s)

2.2.1. QoS en LANs

- Desarrollos en 802.1p y 802.1Q
- Campo prioridad de tres bits, hasta ocho niveles posibles, similar al campo prioridad de Token Ring, pero incompatible.
- No se ha extendido su uso, tiene una dudosa utilidad dada la posibilidad de sobredimensionar a bajo costo
- Necesidad de acompañarlo de políticas de uso (sistema de contabilidad/facturación).

2.2.2. Etiquetado de tramas según 802.1Q

Diagrama 2.2. Etiquetado de tramas según 802.1Q



Autor:

Pri: Prioridad (8 niveles posibles)

CFI: Canonical Format Indicator (indica formato de direcciones MAC)

VLAN Ident.: Identificador VLAN (máximo 4096 en una misma red)

2.3.- Calidad del Servicio en Internet

Se define la calidad de servicio (CdS o QoS) como la capacidad que tiene un sistema de asegurar, con un grado de fiabilidad preestablecido, que se cumplan los requisitos de tráfico para un flujo de información dado.

Los proveedores de servicio son los encargados de prestar los servicios de Internet. Cada proveedor tiene una red propia dentro de Internet que provee una serie de servicios a sus clientes. Dentro de estos proveedores, los hay más grandes (que engloban a otros más pequeños) y más pequeños. Los más grandes son los proveedores troncales (ISPn1). Estos proveedores grandes, que prestan servicio a otros más pequeños (ISPn2) deben tener unas infraestructuras de alto rendimiento. Los ISPn1 prestan sus servicios a los ISPn2 (se llama servicio de tránsito). Los ISPn2 prestan sus servicios o bien a grandes corporaciones o a ISPn3. Los ISPn3 son los que prestan sus servicios a los pequeños clientes o particulares. Prestan el llamado servicio de acceso.

2.3.1.- Parámetros de Calidad de Servicio

- **El retardo:** En TCP, cuanto mayor es el retardo, más grande se hace y llega a no haber servicio. En UDP, el aumento de retardo hace que llegue a ser imposible la comunicación.
- **Variación del retardo de transmisión (jitter):** Es la fluctuación del retardo de tránsito entre extremos. TCP hace que si aumenta mucho la variación de retardo, las estimaciones se hagan conservadoras y disminuya mucho el rendimiento. En UDP puede llegar incluso a distorsionarse la señal en el destino.
- **Ancho de banda:** Es la máxima velocidad de transferencia de datos entre extremos de la red.
- **Fiabilidad:** Es la tasa media de error de la red. TCP corrige este problema con retransmisiones. En UDP, como no hay retransmisiones, la señal llega distorsionada (ya que UDP se encarga de transmisiones en tiempo real).

2.3.2.- Procedimientos de Calidad de Servicio

Las diversas **clases de servicio** son:

- **Colas basadas en clases (CBQ):** El tráfico se clasifica en clases y se pone en una cola diferente para cada clase. Cada clase tiene una prioridad y un rendimiento. Hay mecanismos para establecer esas colas. Cada clase tiene asignado su ancho de banda que puede ser dinámico o estático. Cada clase debe recibir aproximadamente

su ancho de banda y si una clase no tiene tráfico, se debe distribuir proporcionalmente el ancho de banda disponible entre las demás clases.

- **Colas equitativas ponderadas (WFQ):** Se reparten equitativamente los recursos entre todas las colas. El tráfico de poco volumen tiene preferencia.
- **Tasa de acceso entregada (CAR):** Se distribuye el tráfico en diferentes niveles de prioridad. Los paquetes se clasifican según su prioridad. Al tráfico que está dentro de los límites de su contrato de servicio, se le deja pasar y el resto se descarta o se transmite si sobra ancho de banda. Para ver si hay ancho de banda suficiente se utiliza el algoritmo del cubo de fichas. Cuando el tráfico es conforme se procede a su envío.
- **Descarte aleatorio anticipado (RED):** Se le indica a los sistemas finales cuándo deben dejar de enviar paquetes (para evitar la congestión). Cuando se pasa un nivel de peligro se empiezan a descartar aleatoriamente paquetes y se le indica al emisor que disminuya su tasa de envío hasta que se descongestione el sistema. Si aún así se sobrepasa un límite máximo, se descartan todos los paquetes.

2.3.3.- Arquitectura de CDS

La aplicación se encarga de pedir a la red el servicio que desea y si la red lo puede procesar, responde afirmativamente. La arquitectura de servicios integrados (ISA) utiliza este punto de vista. Es todo o nada, o la red admite la petición o no la admite.

La arquitectura de servicios diferenciados (DiffServ) utiliza otro sistema que es que no solicita un servicio preferencial a la red sino que marca cada datagrama con el tipo de servicio que se desea para él. Entonces serán sólo ciertos datagramas los que corran el riesgo de ser declinados por la red y no todo el tráfico como en ISA. La arquitectura MPLS es otro tipo de arquitectura que selecciona rutas acordes con el tipo de servicio que quiere.

2.3.4.- Servicios Integrados y Protocolo RSVP

Niveles de calidad dentro del Internet:

- **Mejor esfuerzo (BE):** El servicio normal de datagramas de Internet. No hay aseguramiento de llegada de paquetes.
- **Carga controlada (SCL):** Si minimiza el peligro de pérdida de paquetes aunque no se asegura un retardo pequeño.
- **Calidad garantizada (SG):** Se asegura que no hay pérdidas de paquetes un además que llegarán en un tiempo máximo establecido.

2.3.4.1. Modelo de la arquitectura de servicios integrados

RSVP se encarga de gestionar reservas de recursos a lo largo de todos los nodos de la red. Por lo tanto, debe estar presente en todos ellos para que la calidad se garantice.

Cuando es aceptada una transmisión por parte del RSVP del emisor, se envía un paquete que informa a los nodos intermedios de que se va a proceder a transmitir. Una vez que el receptor es avisado, envía al emisor una confirmación. Es decir, se hace una reserva en cada nodo para la comunicación. Esta reserva debe refrescarse periódicamente.

ISA mantiene una comunicación simplex entre el emisor y el/los destinatarios. En cada nodo hay una serie de colas y un control de tráfico encargado de todo el proceso.

2.3.4.2. Protocolo RSVP

Es el encargado del control de todo el sistema de envío de paquetes entre el emisor y el receptor (y los nodos intermedios) para poder implementar una calidad de servicio. Opera sobre IP y reserva recursos en cada nodo de la ruta. Una sesión RSVP consta de una dirección de destino, un identificador del protocolo IP y un puerto de destino.

Cada emisor que utiliza RSVP intenta reservar recursos a lo largo de todo el camino hasta el receptor, pero sólo se le reservarán si en los nodos intermedios es el solicitante más prioritario. Cuando se ha conseguido la reserva y es confirmada, se procede al envío de datos. Para realizar reservas es necesario que haya una autorización y que haya recursos para atenderla.

2.3.5.- Arquitectura de Servicios Diferenciados

2.3.5.1. Definición y objetivos

Se trata de diferenciar cada paquete y darle un trato dependiendo del servicio que necesite. Los paquetes se marcan y clasifican para recibir un tratamiento específico por salto en la ruta. Esta política de clasificación sólo se implementa en las fronteras de la red y no en los nodos intermedios.

Se trata de dividir los **paquetes** en distintas clases que requerirán distintos servicios. Los **4 básicos** son:

- **PHB por defecto:** Es el menos riguroso y equivale a enviar si se puede y si no, descartar.
- **PHB selector de clase:** Si no hay congestión, se asegura el envío y si la hay, no.

- **PHB de reenvío explícito:** Se garantiza un ancho de banda, se asegura que no hay pérdidas, poca latencia y variación de retardo (para videoconferencia, etc.).
- **PHB de reenvío asegurado:** Se garantiza que no hay pérdida de paquetes.

2.4.- Control de Congestión de Internet

El mecanismo tradicional de control de congestión en IP es el control que ejerce TCP por medio del 'slow-start'. Este mecanismo solo actúa cuando ya se ha perdido algún paquete.

Cuando los routers empiezan a descartar por llenado de buffers suelen descartar todos los paquetes que les llegan. Esto hace que todas las sesiones TCP ejecuten el 'slow-start' y se cae en un comportamiento oscilante. El rendimiento es malo. Se ha visto que el rendimiento global mejora si se descartan algunos paquetes (al azar) bastante antes de llenar los buffers. Esto obliga a algunas sesiones a realizar el slow-start, pero no todas a la vez. Esto se conoce como RED (Random Early Detect o Random Early Discard).

2.4.1. Mecanismos de Control de Congestión en Internet

Tabla 2.4. Mecanismos de Control de Congestión en Internet

Mecanismo	Consiste en:	Aplicado a nivel de:
SlowStart	Cuando un host detecta pérdidas reduce el ritmo y se autocontrola.	Transporte (TCP)
RED (RandomEarlyDetect)	Cuando los routers detectan congestión descartan paquetes al azar. Los hosts reducen el ritmo.	Red (IP)
ECN (ExplicitCongestionNotification)	Cuando los routers detectan congestión notifican a los hosts para que reduzcan el ritmo.	Red (IP) y Transporte (TCP)

Autor: Daniel Valdiviezo

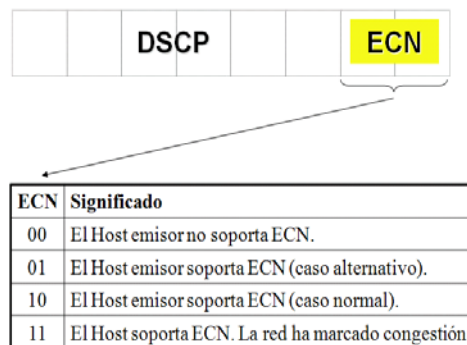
2.4.1.1. Explicit Congestion Notificatio (ECN) en Internet

El RFC 2481(1/1999) definió el uso de los dos bits libres del campo DS para el subcampo ECN (Explicit Congestion Notification). También se añadieron dos flags en la cabecera

TCP. Se especificó como un protocolo ‘Experimental’. El RFC 3168 (7/2001) deja obsoleto al RFC 2481, eleva el ECN al status de ‘Standards Track’ y aclara algunos puntos. Ya hay algunas implementaciones de ECN (Linux).

- **Campo ECN en IP (RFC 3168)**

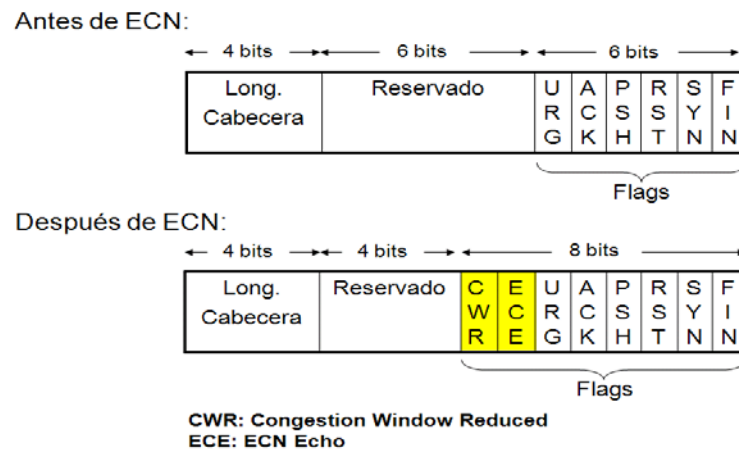
Tabla 2.4.a. Campo ECN en IP (RFC 3168)



Autor: Montañana Rogelio; *Calidad de Servicio (QoS) en Internet*

- **Formato de los bytes 13 y 14 en la cabecera TCP**

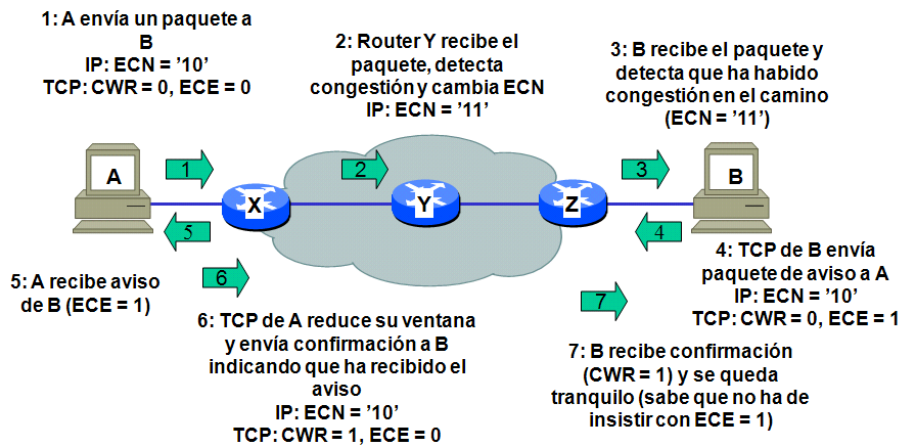
Tabla 2.4.b. Formato de los bytes 13 y 14 en la cabecera TCP



Autor: Montañana Rogelio; *Calidad de Servicio (QoS) en Internet*

- **Funcionamiento de IP y TCP con ECN**

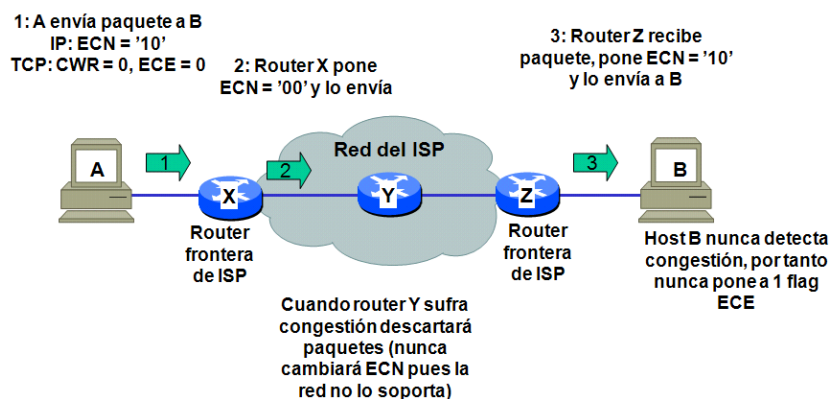
Diagrama 2.5. Funcionamiento de IP y TCP con ECN



Autor: Montañana Rogelio; *Calidad de Servicio (QoS) en Internet*

- **ECN en una red que 'engaña' al host**

Diagrama 2.6. ECN en una red que 'engaña' al host



Autor: Montañana Rogelio; *Calidad de Servicio (QoS) en Internet*

- **ECN alternativo**

El caso alternativo funciona igual, salvo que el host pone el segundo bit y el router el primero. Con dos posibles maneras de marcar el soporte de congestión en el host resulta mucho más difícil para el ISP engañar al usuario.

- Por ejemplo en el caso anterior el router Z no sabe si ha de restaurar el ECN '10' o el '01'. Para saberlo tendría que preguntar al router de entrada (X) y mantener ambos información de estado para cada conexión TCP activa.

2.4.1.2. *SlowStart*

Slow-start es un algoritmo de control de congestión del protocolo TCP. Ni el emisor ni el receptor tienen forma de saber cuál es el máximo volumen de datos que puede transmitir la red, ninguno tiene información sobre los elementos de red que transmitirán la información. Si la red se satura comenzará a descartar paquetes, que tendrán que ser retransmitidos, lo cual puede incrementar aún más la saturación de la red. La solución que plantea este algoritmo, consiste en comenzar enviando un volumen de datos pequeño, que se irá aumentando hasta que la red se sature, en cuyo caso se reducirá la tasa de envío para reducir la saturación, sus componentes son:

- **Ventana de congestión.-** Es el valor límite de la ventana del emisor. El objetivo de los mecanismos de control de congestión será lograr una buena estimación de ese valor, de manera que en todo momento tenga un valor óptimo. Es decir, sea lo más grande posible (de manera que no sea una merma para la velocidad real a la que se transmite), pero sin llegar a provocar congestiones en la red (que también redundarán en una merma de la velocidad real o efectiva). El valor de la ventana de emisión, es decir, el número de bytes que el emisor puede llegar a emitir sin esperar a recibir un ACK, será siempre el mínimo entre la ventana de congestión y el crédito TCP.
- **Umbral de congestión.-** Se establece un valor llamado umbral de congestión ("congestion threshold") que trata de ser una estimación del tamaño de la ventana del emisor a partir del cual existe riesgo de congestión. Hasta que la ventana de congestión alcance el valor del umbral, se emplea el algoritmo slow-start para su crecimiento. A partir de haberse alcanzado el valor umbral, se aplica el algoritmo de "evitación de congestión" (congestion avoidance).

El valor inicial del umbral es el del máximo segmento admitido por TCP: 65.535 bytes. Es actualizado a la mitad del valor de la ventana de congestión cuando el transmisor detecta una congestión en la red, pero nunca será inferior a dos segmentos.

- **Slow-start.-** Algoritmo para el cálculo de la ventana de congestión aplicado al principio de la conexión, y hasta que se alcanza el umbral de congestión. Consiste

en lo siguiente: La ventana de congestión se inicia con el valor de un segmento de tamaño máximo (MSS). Cada vez que se recibe un ACK, la ventana de congestión se incrementa en tantos bytes como hayan sido reconocidos en el ACK recibido. En la práctica, esto supone que el tamaño de la ventana de congestión se doble por cada RTT, lo que da lugar a un crecimiento exponencial de la ventana.

Cuando un ACK no llega al transmisor: Se toma como una señal de congestión en la red y se reinicia la ventana de congestión a un MSS. Se aplica el algoritmo de congestion avoidance, “Cada vez que se recibe un ACK la ventana de congestión se incrementa un número de bytes igual al MSS. En la práctica, esto supone que la ventana crece de manera lineal”.

Desarrollo de la Propuesta

3.1.- Análisis comparativo entre DIFFSERV e INTSERV.

3.1.1. Servicios Integrados: INTSERV

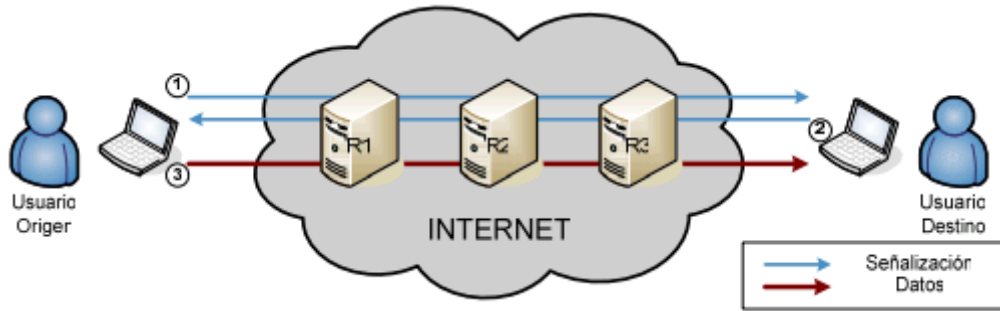
El modelo de servicios integrados propone una solución para el soporte de calidad de servicio extremo a extremo basado en la pre reserva de recursos en los diferentes equipos de conmutación que componen el trayecto que seguirá información en la comunicación. Con este modelo de trabajo se pretende ofrecer soporte para un funcionamiento adecuado de aplicaciones con requisitos de tiempo real.

Este modelo implica una mejora sobre el servicio tradicional de Internet, de forma que permite a las propias aplicaciones especificar los requisitos de calidad de servicio necesarios. Esta lista de requisitos debe difundirse entre los diferentes elementos de conmutación (routers) por los que se encaminarán los paquetes de determinada aplicación. Estos equipos deben proporcionar mecanismos para el control de la calidad de servicio ofrecida a estos flujos de información, lo que se consigue mediante la reserva de recursos.

El modelo de servicios integrados se basa en la definición de dos elementos, una arquitectura donde los elementos de red permiten reservar recursos de conmutación, y un protocolo que permita a las aplicaciones transmitir sus requisitos a estos elementos de conmutación, se trata del protocolo RSVP (ResourceReservationProtocol).

De esta forma cuando una aplicación desea comenzar una comunicación debe realizar una petición de recursos, esta petición atravesará todos los nodos que formen el trayecto para el flujo de información, y en función de los recursos disponibles será aceptada o rechazada. Este procedimiento se ejemplifica en la figura 3.1. De aquí se derivan las dos funciones que debe realizar el modelo de servicios integrados: gestión de recursos, y control de admisión.

Figura 3.1. Esquema de funcionamiento del modelo Intserv



Autor: García Carlos G.; Propuesta de Arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros.

3.1.1.1. Modelo de tráfico y modelo de servicios

Para poder determinar los recursos que requiere cierta aplicación resulta necesario clasificar los posibles flujos de tráfico. La clasificación se realizará en función de los requisitos que plantea para su correcto funcionamiento: ancho de banda, retardo, variación de retardo. Con respecto a la dependencia del retardo se distingue entre:

- **Tráfico elástico:** se corresponde con aquellas aplicaciones donde el retardo que sufren las diferentes tramas entre fuente y destino no afecta de forma substancial al servicio ofrecido al usuario. Ejemplos de este tráfico sería el generado por aplicaciones como navegación web, correo electrónico, descarga ftp.
- **Tráfico inelástico:** se corresponde con aquellas aplicaciones muy sensibles al retardo sufrido por las tramas. Además requieren un ancho de banda mínimo para poder ofrecer el servicio sin que el usuario perciba deficiencias en el mismo. Algunos ejemplos de este tráfico serían el generado por aplicaciones de audio-conferencia, video bajo demanda.

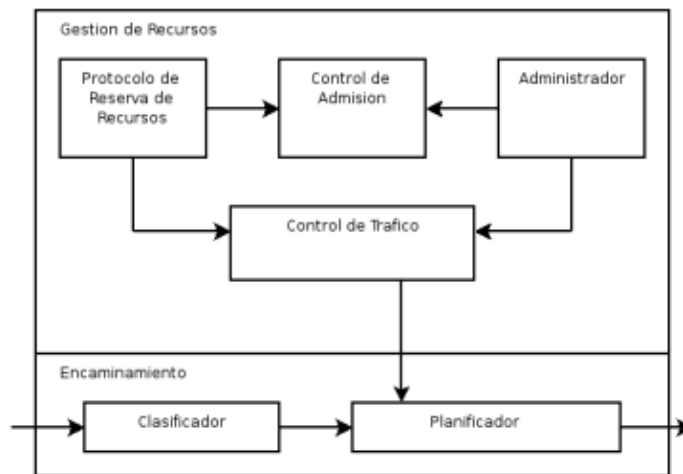
Por otro lado, resulta necesario definir un conjunto de servicios dentro del modelo Intserv con diferentes características en cuanto a calidad de servicio ofrecida, y que permita ofrecer diferentes niveles en función de las necesidades de las aplicaciones:

- **Servicio garantizado:** permite reservar un caudal mínimo extremo a extremo así como limitar el retardo máximo que sufrirán las tramas en su trayecto. Para lograr este propósito es necesario que los nodos de conmutación intermedios hagan una reserva de los recursos necesarios, de forma que las reservas individuales aseguren los requisitos extremo a extremo. La implementación de este servicio se realiza a través de un protocolo de reserva, como puede ser RSVP, que transmite los requisitos de la aplicación al módulo de Control de Admisión.
- **Servicio de carga controlada:** ofrece unas prestaciones similares a las que obtendríamos en una red best-effort tradicional, cuando la misma no está congestionada. Al igual que con el servicio garantizado, la aplicación realiza una petición al Control de Admisión indicando una estimación de los recursos requeridos. El servicio de carga controlada ofrece una transmisión con una probabilidad de error limitada apoyándose en un reparto estadístico de los recursos de red. El uso de este servicio está especialmente aconsejado para aplicaciones adaptativas.
- **Servicio best-effort:** utilizado cuando la petición de recursos ha sido rechazada debido a la falta de recursos disponibles en la red. Ofrece prestaciones similares a una red tradicional, donde no existen nodos Intserv. Si se desea utilizar directamente este servicio, no resulta necesario hacer una petición a diferencia de los servicios anteriores. Este servicio resulta adecuado para aplicaciones con tráfico elástico.

3.1.1.2. Arquitectura Intserv

Según se ha descrito, la arquitectura de una red Intserv estará formada por nodos que soportan todas las funciones descritas por el modelo de servicios integrados. En el diagrama 3.2. se puede ver el esquema de un nodo Intserv formado por diferentes módulos.

Diagrama 3.1. Esquema de funciones internas de nodo Intserv



Autor: Montañana Rogelio; *Calidad de Servicio (QoS) en Internet*

El encaminamiento de las tramas se realiza a través del clasificador y planificador. La gestión de recursos se lleva a cabo en el Control de Admisión, Protocolo de reservas y Administrador. Describamos la funcionalidad que debe soportar cada uno de estos módulos:

- **Control de admisión:** se trata del algoritmo encargado de decidir si una nueva petición puede ser aceptada en función de los recursos disponibles en el nodo y los solicitados por la aplicación.
- **Administrador:** permite establecer diferentes políticas a través de la configuración adecuada del control de admisión, clasificador y planificador.
- **Protocolo de reserva de recursos:** será el módulo encargado de recibir y retransmitir los mensajes de reserva de recursos que generan las aplicaciones. Recordemos que este mensaje atravesará cada nodo en el trayecto de la información, determinando la disponibilidad de los recursos solicitados.
- **Clasificador:** se encarga de asignar la clase apropiada a cada trama recibida en función de las tablas de clasificación que almacena.
- **Planificador:** a través de un conjunto de colas de salida y contadores gestiona el reenvío de tramas. La configuración adecuada de los diferentes parámetros de encolamiento permitirá un reparto de recursos acorde a las reservas realizadas. Lo

módulos de gestión serán los encargados de proveer una configuración acorde a la política de la red Intserv. Finalmente el planificador estará encargado de conformar el tráfico de salida en función de las reservas realizadas.

3.1.1.3. Protocolo de reserva. RSVP

El modelo de servicios integrados define un protocolo específico para la gestión de la calidad de servicio en la red, RSVP (ResourceReservationProtocol – Protocolo para la Reserva de Recursos). Este protocolo permite a las aplicaciones el envío de peticiones de recursos a los diferentes nodos de conmutación de la red Intserv.

El protocolo RSVP especifica que será el receptor el responsable de efectuar la reserva en lugar del emisor. Este hecho provoca que el receptor necesite conocer previamente las características del tráfico para efectuar la reserva. Por otro lado esto permitirá que en el caso de las comunicaciones multicast los diferentes receptores puedan especificar diferentes parámetros de calidad de servicio, ofreciendo una mayor capacidad de configuración.

Otra característica de gran importancia es el hecho de que las reservas realizadas por el protocolo RSVP son unidireccionales. De forma que si deseamos establecer una comunicación bidireccional será necesario que ambos receptores realicen su propia petición de recursos.

3.1.1.4. IntServ y RSVP

Para ofrecer QoSIntServ se basa en la reserva previa de recursos en todo el trayecto, para esa reserva se emplea el protocolo RSVP (ResourceReserVationProtocol) muy relacionado con el modelo IntServ.

Se supone que la reserva permitirá asegurar la QoS solicitada (siempre y cuando la red tenga aún recursos suficientes). Normalmente la reserva se realiza para una secuencia de datagramas relacionados entre sí, que es lo que llamamos un flujo.

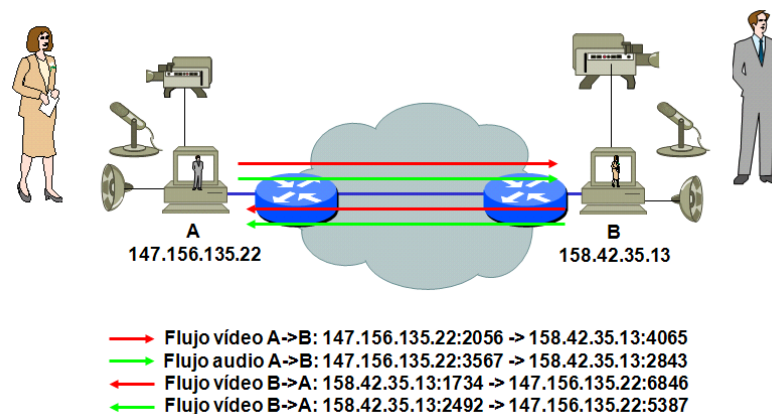
Un flujo es una secuencia de datagramas que se produce como resultado de una acción del usuario y requiere la misma QoS, es simplex (unidireccional) y es la entidad más pequeña a la que los routers pueden aplicar una determinada QoS.

- Ejemplo: una videoconferencia estaría formada por cuatro flujos, dos en cada sentido, uno para el audio y otro para el vídeo.

Los flujos pueden agruparse en clases; todos los flujos dentro de una misma clase reciben la misma QoS.

- **Flujos en una videoconferencia**

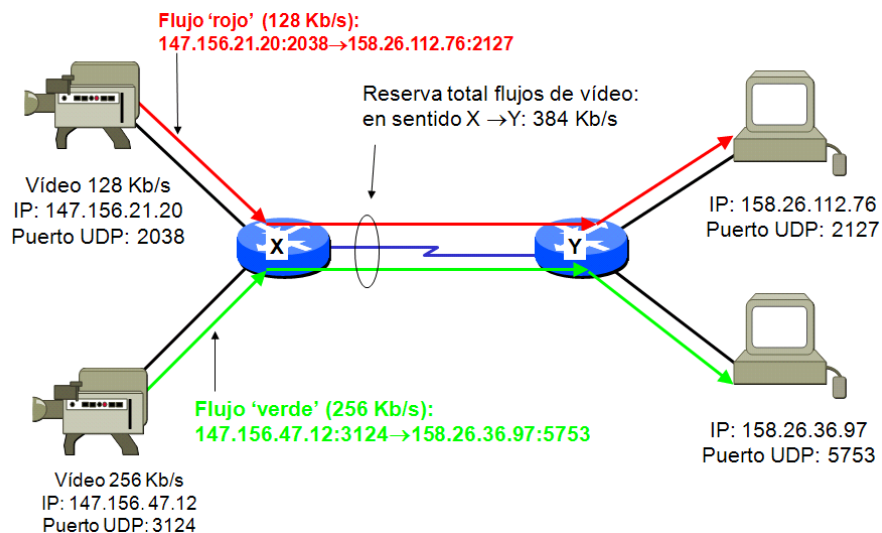
Figura 3.5. Flujo de una Videoconferencia



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

- **Agrupación de flujos**

Figura 3.6. Agrupación de Flujos



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

- **Identificación de flujos**

En IPv4 se hace por:

- Dirección IP de origen
- Puerto de origen
- Dirección IP de destino
- Puerto de destino
- Protocolo de transporte utilizado (TCP o UDP)

En IPv6 la identificación puede hacerse como en IPv4 o alternativamente usando el campo ‘etiqueta de flujo’ en vez de los números de puertos. Aún no hay ninguna implementación de RSVP que utilice la etiqueta de flujo.

3.1.1.5. ¿Qué es RSVP?

- Reserva la capacidad solicitada por un flujo en **todos** los routers del camino.
- Es un protocolo de señalización (como el utilizado para establecer SVCs en ATM).
- Requiere guardar información de estado en todos los routers del trayecto. Es un servicio orientado a conexión.
- Está pensado principalmente para tráfico multicast
- No es un protocolo de routing (de eso se ocupará OSPF, IS-IS, PIM-SM, etc.).

Para implementar RSVP los routers han de incorporar cuatro elementos:

- **Admission Control:** comprueba si la red tiene los recursos suficientes para satisfacer la petición. Equivalente al CAC (ConnectionAdmissionControl) de ATM.
- **Policy Control:** determina si el usuario tiene los permisos adecuados para la petición realizada (por ejemplo si tiene crédito disponible). La comprobación se puede realizar consultando una base de datos mediante el protocolo COPS (Common Open PolicyService)
- **PacketClassifier:** clasifica los paquetes en categorías de acuerdo con la QoS a la que pertenecen. Cada categoría tendrá una cola y un espacio propio para buffers en el router.

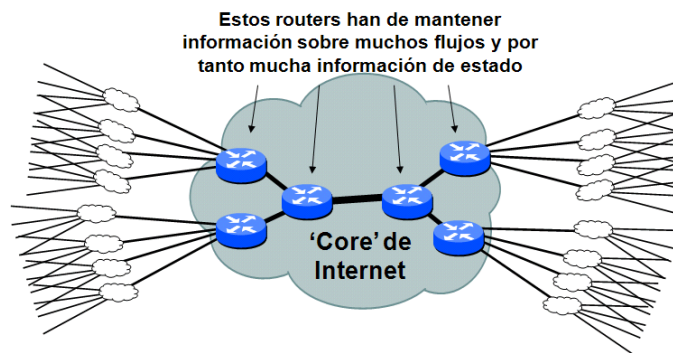
- **PacketScheduler:** organiza el envío de los paquetes dentro de cada categoría (cada cola).

RSVP reserva la capacidad solicitada en todos los routers del camino, cada router ha de mantener el detalle de todas las conexiones activas que pasan por él, y los recursos que cada una ha reservado. El router mantiene información de estado sobre cada flujo que pasa por él.

Si no se pueden asegurar las condiciones pedidas se rechaza la llamada (control de admisión).

3.1.1.6. Problemas de IntServ/RSVP

Figura 3.7. Red Core de Internet



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) /
Advanced Network & Services.

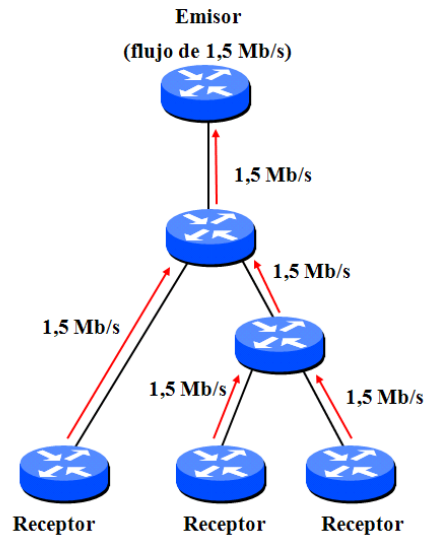
Los fabricantes de routers no han desarrollado implementaciones eficientes de RSVP, debido al elevado costo que tiene implementar en hardware las funciones de mantenimiento de la información de estado.

A pesar de todo RSVP/IntServ puede desempeñar un papel en la red de acceso, donde los enlaces son de baja capacidad y los routers soportan pocos flujos. Recientemente ha resurgido el interés por RSVP por su aplicación en MPLS y funciones de ingeniería de tráfico. En estos casos el número de flujos no suele ser muy grande

La razón principal fueron problemas de escalabilidad debidos a la necesidad de mantener información de estado en cada router. Esto hace inviable usar RSVP en grandes redes, por ejemplo en el 'core' de Internet.

3.1.1.7. Funcionamiento de RSVP en Multicast

Diagrama 3.6. Funcionamiento de RSVP en Multicast



Autor: Gutiérrez Arturo; ANALISIS Y PROPUESTA DE UN ESQUEMA DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS)
PARA LA RED DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

*Las reservas se agregan a medida que ascienden en el árbol multicast.
Así se optimiza el uso de la red (solo se reserva una vez en cada tramo).*

3.1.1.8. Problemas de RSVP en Multicast

La combinación de Multicast y RSVP plantea algunos problemas no resueltos, por ejemplo:

- ¿Por cuenta de que receptor se efectúa el Policy Control en la parte común del árbol? Si se concede la reserva al primer solicitante, ¿qué pasa cuando ese se borra del grupo y quedan otros suscritos? Si no se le concede al primero, ¿qué pasa si luego se le concede a otro solicitante?.

Suponiendo que se cobre por el servicio ¿A quién se le factura el uso de la parte común? ¿se prorroga entre todos los usuarios activos en ese momento? Eso significa que el precio cambiará con el uso.

3.1.1.9. RFCs sobre IntServ/RSVP

- RFC 1633 (6/1994): Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview
- RFC 2205 (9/1997): RSVP Version 1 Functional Specification
- RFC 2206 (9/1997): RSVP MIB using SMIV2
- RFC 2207 (9/1997): RSVP Extensions for IPSEC Data Flows
- RFC 2208 (9/1997): RSVP Version 1 Applicability Statement Some Guidelines on Deployment
- RFC 2209 (9/1997): RSVP Version 1 Message Processing Rules
- RFC 2210 (9/1997): The Use of RSVP with IETF Integrated Services
- RFC 2211 (9/1997): Servicio de carga controlada
- RFC 2212 (9/1997): Servicio Garantizado
- RFC 2213 (9/1997): Integrated Services Management Information Base Using SMIV2
- RFC 2214 (9/1997): Integrated Services MIB Guaranteed Service Extensions using SMIV2
- RFC 2215 (9/1997): General Characterization Parameters for Integrated Services
- RFC 2379 (8/1998): RSVP over ATM Implementation Guidelines
- RFC 2380 (8/1998): RSVP over ATM Implementation Requirements
- RFC 2382 (8/1998): A Framework for Integrated Services and RSVP over ATM
- RFC 2490 (1/1999): A Simulation Model for IP Multicast with RSVP
- RFC 2688 (9/1997): Integrated Services Mappings for Low Speed Networks
- RFC 2689 (9/1999): Providing Integrated Services over Low-bitrate Links
- RFC 2745 (1/2000): RSVP Diagnostic Messages
- RFC 2746 (1/2000): RSVP Operation over IP Tunnels
- RFC 2747 (1/2000): RSVP Cryptographic Authentication
- RFC 2748 (1/2000): The COPS (Common Open Policy Service) Protocol
- RFC 2749 (1/2000): COPS usage for RSVP
- RFC 2750 (1/2000): RSVP Extensions for Policy Control
- RFC 2752 (1/2000): Identity Representation for RSVP
- RFC 2814 (5/2000): Subnet Bandwidth Manager (para RSVP Admis. Ctrl)
- RFC 2815 (5/2000): Integrated Service Mappings on IEEE 802 Networks
- RFC 2816 (5/2000): A Framework for Integrated Services Over Shared and Switched IEEE 802 LAN Technologies
- RFC 2872 (6/2000): Appl. and Sub Appl. Ident. Policy Elem. for RSVP
- RFC 2961 (4/2001): RSVP Refresh Overhead Reduction Extensions

- RFC 2996 (11/2000): Format of the RSVP DCLASS Object
- RFC 2998 (11/2000): A Framework for Integrated Services Operation over Diffserv Networks
- RFC 3006 (11/2000): Integrated Services in the Presence of Compressible Flows
- RFC 3097 (4/2001): RSVP Cryptographic Authentication
- RFC 3175 (9/2001): Aggregation of RSVP for IPv4 and IPv6 Reservations
- RFC 3182 (10/2001): Identity Representation for RSVP
- RFC 3209 (12/2001): RSVP-TE: Extensions to RSVP for LSP Tunnels
- RFC 3210 (12/2001): Applicability Statement for Extensions to RSVP for LSP-Tunnels

3.1.2. Servicios Diferenciados: DIFFSERV

El modelo de servicios diferenciados propone una solución para el soporte de calidad de servicio basado en la priorización de clases de tráfico. Al igual que el modelo de servicios integrados, la provisión de calidad de servicio se realiza a través de una reserva de recursos en los nodos intermedios, pero en este caso las prereservas se realizan por agregados de tráfico, en lugar de por flujos.

Esta pre reserva de recursos es una labor de la administración de la red, es decir, las aplicaciones no realizan ninguna petición de recursos. Simplemente deberán marcar el tráfico que generen adecuadamente para que reciba un tratamiento específico en función de la clase a la que pertenezca.

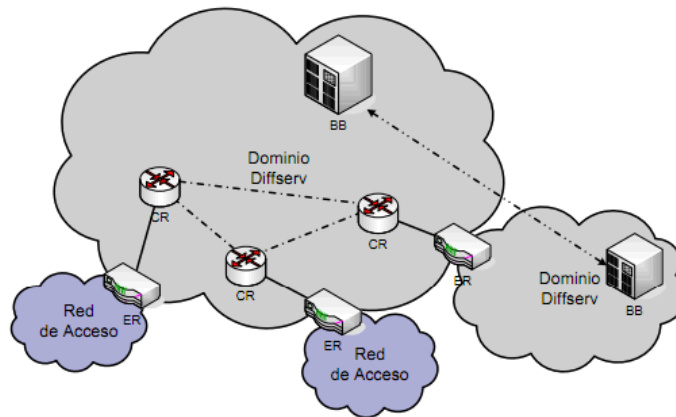
3.1.2.1. Arquitectura del Modelo de Servicios Diferenciados

El modelo de servicios diferenciados define un dominio Diffserv (ver figura 3.2) donde aparecen equipos de conmutación que se pueden dividir en nodos frontera y nodos interiores:

- **Nodos interiores (CR – Core Routers):** se trata de los nodos que forman el núcleo de la red. Sus funciones se limitan a proporcionar un sistema de encolamiento que permita ofrecer diferentes tratamientos a los agregados de tráfico en función de sus requisitos preestablecidos.
- **Nodos frontera (ER – Egress Routers):** son aquellos que se encuentran en los

límites del dominio y presentan algún interfaz con un nodo fuera del dominio Diffserv o con una red de acceso. Deben implementar las funciones descritas para los nodos interiores y adicionalmente deben encargarse de las funciones de clasificación y acondicionamiento de tráfico, de forma que todo el tráfico que entre en un dominio Diffserv cumpla una serie de requisitos.

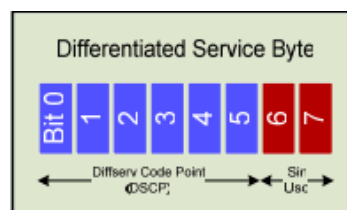
Figura 3.2. Elementos que conforman un dominio Diffserv



Autor: García Carlos G.; Propuesta de Arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros.

Para la identificación de los diferentes agregados de tráfico se define un código llamado DSCP (DiffservCode Point) definido en [Nichols1998]. Esta información se mapeará en el campo TOS (Type of Service) en el caso de utilizar IPv4, y en el campo TrafficClass cuando usemos IPv6. En la figura 3.3 podemos ver el aspecto de este campo.

Figura 3.3. Campo de identificación Diffserv



Autor: García Carlos G.; Propuesta de Arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros.

Los dos últimos bits del código DSCP no están en uso actualmente para mantener la compatibilidad con el campo TOS de IPv4. Los 6 bits restantes se utilizan para identificar el agregado al que pertenece cada paquete, de forma que los routers que pertenecen al dominio Diffserv pueden aplicar el tratamiento correspondiente, es lo que se conoce como Comportamiento por salto (PHB - Per Hop Behaviour).

Los comportamientos por saltos, o PHB, definen un conjunto de condiciones para el tratamiento de tráfico. La aplicación de estos perfiles de comportamiento en todos los nodos del dominio Diffserv permitirá que los diferentes agregados reciban más o menos recursos según como hayan sido etiquetados.

3.1.2.2. Perfiles PHB definidos en el modelo DIFFSERV:

- **Expedited Forwarding (EF):** se trata de aquellos flujos de tráfico que requieran un caudal mínimo asegurado, así como un retardo limitado y una variación de retardo máxima determinada. Este perfil se ajusta a aplicaciones para tráfico en tiempo real, como puede ser audio/video conferencia, o descarga de video bajo demanda. El perfil PHB EF está identificado por el código DSCP: 101110.
- **Assured Forwarding (AF):** indicado para flujos de tráfico con menores requisitos que los indicados para EF, ya que no es posible indicar requisitos temporales para estos flujos (retardo/jitter). Este perfil define cuatro tipos de clases diferentes en función de los recursos reservados a las mismas. De forma que un nodo Diffserv debe reservar ciertos recursos para el encolamiento adecuado de este tráfico. Dentro de cada clase definida en AF se establecen tres prioridades de descarte. De forma que el perfil AF define un conjunto de 12 posibles servicios. Si identificamos cada servicio con dos subíndices AF_{xy}, la variable *x* representaría la clase, mientras que la variable *y* identificaría la prioridad de descarte. Este perfil resulta muy adecuado para la implementación de los servicios olímpicos, donde se puede asignar a cada agregado de tráfico la clasificación de oro, plata o bronce, de forma que reciba los recursos correspondientes en cada nodo que atraviese por el dominio Diffserv. El perfil PHB AF correspondiente se identifica mediante los códigos DSCP.

Tabla 3.1. Códigos DSCP para el perfil PHB AF

Prioridad de descarte	Clase #1	Clase #2	Clase #3	Clase #4
Baja	001010	010010	011010	100010
Media	001100	010100	011100	100100
Alta	001110	010110	011110	100110

Autor: García Carlos G.; *Propuesta de Arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros.*

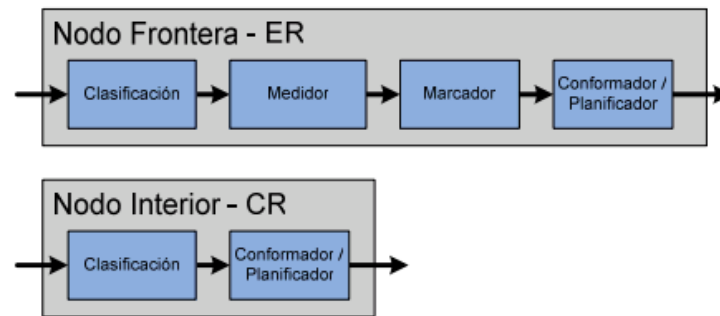
Un nodo perteneciente a un dominio Diffserv con soporte del perfil PHB AF debe ser capaz de detectar situaciones de congestión, y aplicar descarte de tramas en función de la clase a la que pertenezca el mismo. Típicamente se utiliza una técnica de encolamiento con algoritmo tipo RED (RandomEarlyDetection) para implementar el mecanismo de descarte. El comportamiento AF especifica que cada clase debe ser tratada de forma independiente, de forma que no es posible agregar las diferentes colas formando nuevos agregados de tráfico. Un nodo Diffserv debe implementar obligatoriamente las tres prioridades de descarte, pero no resulta necesario que implemente las cuatro clases.

- **Besteffort (BE):** aunque no pertenece exclusivamente al modelo Diffserv, este perfil se utiliza para el tráfico que no tiene requisitos de calidad de servicio (caudal garantizado o consideraciones temporales). Este perfil es adecuado para aplicaciones que trabajan en background o que no requieren trabajo en tiempo real, por ejemplo, descarga de ficheros ftp, navegación web, etc.

3.1.2.3. Arquitectura de un nodo DIFFSERV y funciones

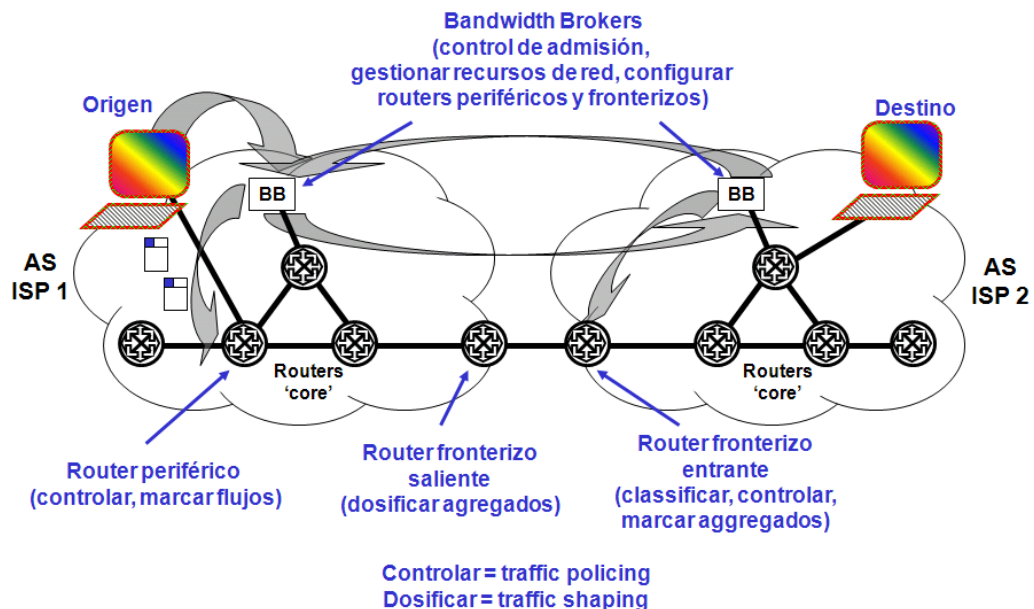
En el diagrama 3.2 aparecen las diferentes funciones que deben implementar los routers interiores y frontera que forman el dominio Diffserv.

Diagrama 3.2. Funciones de los nodos en un dominio Diffserv



Autor: García Carlos G.; *Propuesta de Arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros.*

Diagrama 3.10. Arquitectura DiffServ



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

- **Clasificación:** esta función consiste en identificar el perfil PHB al que corresponde un flujo de tráfico. En función de la información empleada por el clasificador se distinguen distintos tipos de estos. Los clasificadores de agregados son aquellos que utilizan únicamente el código DSCP, mientras que los clasificadores multicampo utilizan más información de diferentes campos disponibles en el paquete (direcciones origen/destino, protocolo, etc.).

- **Acondicionamiento:** esta función pretende conseguir que el tráfico que ingrese en un dominio Diffserv se ajuste a unas condiciones descritas en el TCA (TrafficConditioningAgreement). Para realizar la función de acondicionamiento se realizan una serie de subfunciones:
- **Medidor:** comprueba si el tráfico de entrada se ajusta a un patrón de tráfico determinado, y transmite esta información al resto de módulos implicados para que puedan tomar las medidas necesarias.
- **Marcador:** se encarga de asignar un código DSCP a los paquetes de entrada, determinando de esta forma el agregado al que pertenecen. Los paquetes de entrada pueden venir previamente marcados o no, y esta información puede influir en la decisión de marcado.
- **Conformador y descarte:** estas dos funciones se encargan de que el tráfico de entrada se ajuste al TCA. Para ello el conformador implementa un buffer que puede retardar la salida de los paquetes, y en caso de que el buffer se desborde, se produce el descarte de los mismos.

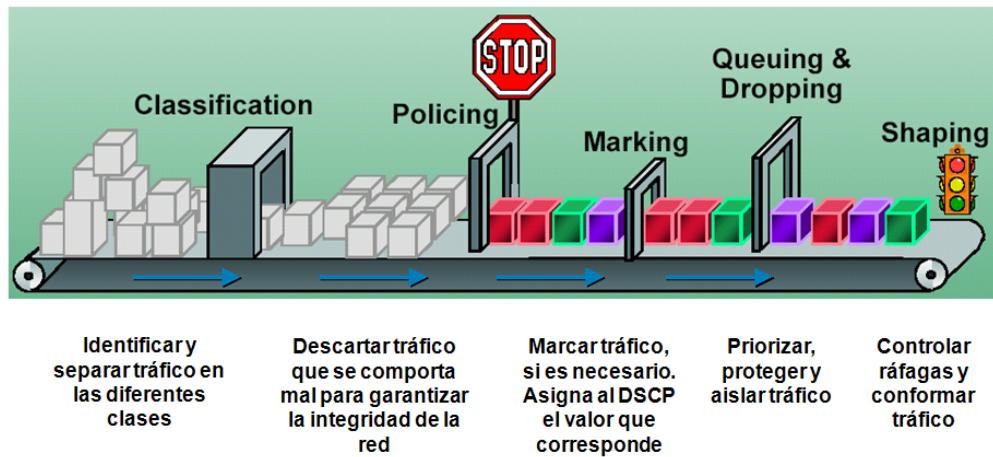
La función de clasificación multicampo, así como el acondicionamiento suele implementarse en los nodos frontera, de esta forma aseguramos que el tráfico existente dentro del dominio Diffserv se ajusta a un TCA. Así los nodos interiores no necesitan implementar estas funciones que podrían ser bastante costosas en el núcleo de red debido a la elevada carga.

Las funciones antes mencionadas podrían realizarse directamente en los nodos orígenes del tráfico, pero para ello tendríamos que tener una total confianza en los mismos, ya que si se saltasen ambas funciones estarían introduciendo tráfico en la red descontrolado, lo que podría provocar un funcionamiento incorrecto del modelo Diffserv.

Podemos comprobar que los problemas de escalabilidad que aparecían en el modelo de servicio integrados desaparecen, ya que la agregación de tráfico provoca que las funciones a implementar por los nodos Diffserv no incrementen de forma desorbitada según el número de usuarios y flujos.

3.1.2.4. Implementación de DiffServ en los routers

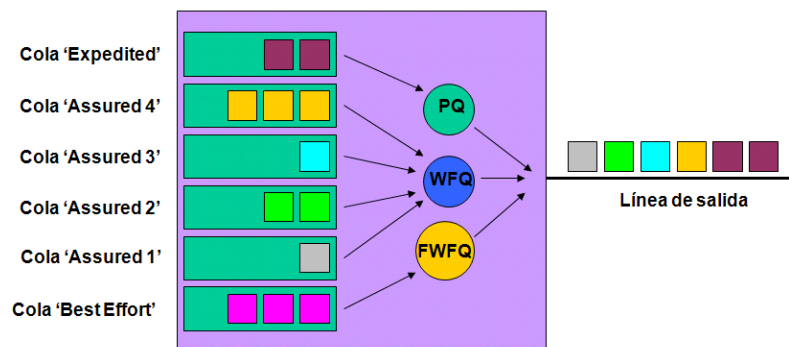
Figura 3.9. Implementacion de DiffServ en los routers



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

3.1.2.5. Encolamiento de paquetes en los routers

Diagrama 3.9. Encolamiento de paquetes en los routers



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

La información necesaria para aplicar el Policy Control y Administrative Control es mantenida para toda la red por un elemento denominado el BandwidthBroker (BB). El BB es el encargado de realizar todos los controles administrativos y gestionar los recursos de red disponibles. El BB puede intercambiar información con otros BB de otras redes. Los ISPs pueden acordar políticas de intercambio mutuo.

RFCs Modelo Diffserv

- RFC 2430 (10/1998): A Provider Architecture for DiffServ and Traffic Eng.
- RFC 2474 (12/1998): Definition of the DS field in the IPv4 and IPv6 Headers
- RFC 2475 (12/1998): An Architecture for Differentiated Service
- RFC 2597 (6/1999): Servicio ExpeditedForwarding
- RFC 2598 (6/1999): Servicio AssuredForwarding
- RFC 2638 (7/1999): A Two-bit DiffServ Architecture for the Internet
- RFC 2963 (10/2000): A Rate Adaptive Shaper for Differentiated Services
- RFC 2983 (10/2000) DifferentiatedServices and Tunnels
- RFC 3086 (4/2001): Def. of DiffServPer Domain Behaviors & Rules for Spec.
- RFC 3270 (5/2002): MPLS Support of DiffServ
- RFC 3287 (7/2002): Remote Monitoring MIB Extensions for DiffServ
- RFC 3289 (5/2002): Management Information Base for the DiffServ Architect.

3.2.- Identificación y Definición de Indicadores causantes de Disminuciones en la Calidad del Servicio (QoS) de internet.

A continuación se detalla en un cuadro, los Requerimientos de Calidad de Servicio de las diferentes aplicaciones que nos brinda el Internet:

Tabla 3.2. Requerimientos de QoS de Internet

<i>Aplicación</i>	<i>Fiabilidad</i>	<i>Retardo</i>	<i>Jitter</i>	<i>Ancho de Banda</i>
<i>Correo electrónico</i>	<i>Alta (*)</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Bajo</i>
<i>Transferencia de ficheros</i>	<i>Alta (*)</i>	<i>Alto</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>
<i>Acceso Web</i>	<i>Alta (*)</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>
<i>Login remoto</i>	<i>Alta (*)</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>	<i>Bajo</i>
<i>Audio bajo demanda</i>	<i>Media</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Medio</i>
<i>Vídeo bajo demanda</i>	<i>Media</i>	<i>Alto</i>	<i>Medio</i>	<i>Alto</i>
<i>Telefonía</i>	<i>Media</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>
<i>Vídeoconferencia</i>	<i>Media</i>	<i>Bajo</i>	<i>Bajo</i>	<i>Alto</i>

Autor: Daniel Valdiviezo.

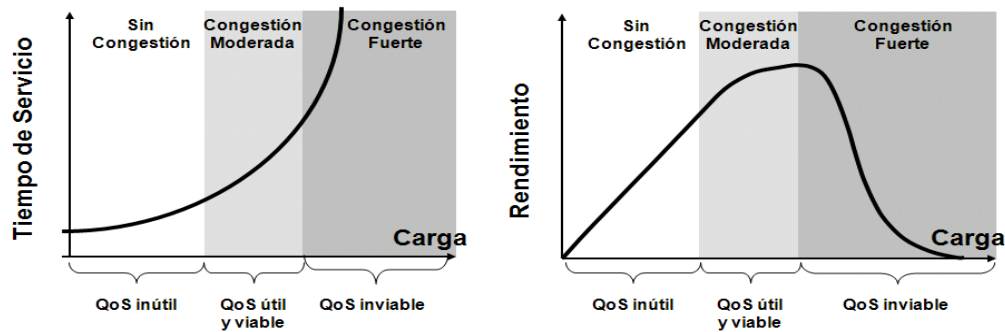
(*) La fiabilidad alta en estas aplicaciones se consigue automáticamente al utilizar el protocolo de transporte TCP

3.2.1. Congestión y Calidad de Servicio

- Sería muy fácil dar Calidad de Servicio si las redes nunca se congestionaran. Para ello habría que sobredimensionar todos los enlaces, cosa no siempre posible o deseable.
- Para dar QoS con congestión es preciso tener mecanismos que permitan dar un trato distinto al tráfico preferente y cumplir el SLA (ServiceLevelAgreement).

3.2.2. Efectos de la congestión en el tiempo de servicio y el rendimiento

Diagrama 3.3. Efectos de la congestión en el tiempo de servicio y el rendimiento



Autor: Montañana Rogelio; *Calidad de Servicio (QoS) en Internet*

3.2.3. Calidad de Servicio (QoS) en Internet

- Decimos que una red o un proveedor ofrece ‘**Calidad de Servicio**’ o **QoS** (Quality of Service) cuando se garantiza el valor de uno o varios de los parámetros que definen la calidad de servicio que ofrece la red. Si el proveedor no se compromete en ningún parámetro decimos que lo que ofrece es un servicio ‘**besteffort**’.
- El contrato que especifica los parámetros de QoS acordados entre el proveedor y el usuario (cliente) se denomina SLA (ServiceLevelAgreement)

3.2.4. Parámetros típicos de los SLAs que se maneja en Internet:

Tabla 3.3. Parámetros de SLAs de Internet

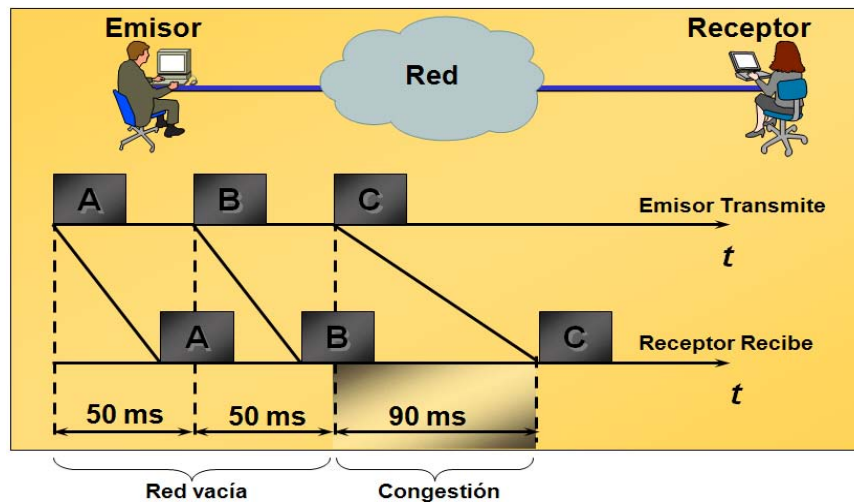
Parámetro	Significado	Ejemplo
Disponibilidad	Tiempo mínimo que el operador asegura que la red estará en funcionamiento	99,9%
Ancho de Banda	Indica el ancho de banda mínimo que el operador garantiza al usuario dentro de su red	2 Mb/s
Pérdida de paquetes	Máximo de paquetes perdidos (siempre y cuando el usuario no exceda el caudal garantizado)	0,1%
Round TripDelay	El retardo de ida y vuelta medio de los paquetes	80 mseg
Jitter	La fluctuación que se puede producir en el retardo de ida y vuelta medio	± 20 mseg

Autor: Daniel Valdiviezo

3.2.5. Fluctuación del retardo—“Jitter”

Figura 3.4. Fluctuación de Retardo Jitter

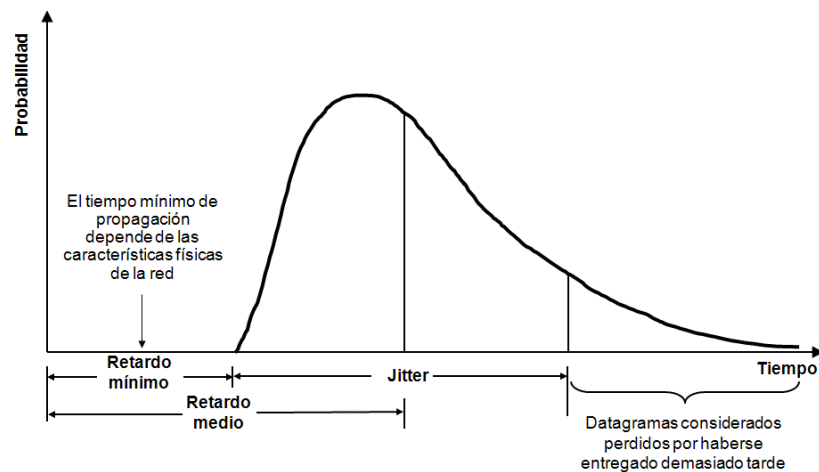
Retardo: $70 \text{ ms} \pm 20 \text{ ms}$ (retardo: 70 ms , jitter: 40 ms)



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

Relación entre la probabilidad de llegada de los datagramas y los parámetros del SLA

Diagrama 3.4. Relación entre la probabilidad de llegada de los datagramas y los parámetros del SLA



Autor: Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services.

Reducción del Jitter

- La principal causa de jitter es la congestión
- Se puede reducir el jitter añadiendo un retardo adicional en el lado del receptor. Por ejemplo con un retardo de 70 ± 20 ms se puede asegurar jitter 0 si se añade un retardo de 40 ms (90 ± 0 ms).
- Para el retardo adicional el receptor ha de tener un buffer suficientemente grande.

En algunas aplicaciones no es posible añadir mucho retardo pues esto reduce la interactividad. Ej.: videoconferencia, telefonía por Internet

3.2.6. Calidad de Servicio: ¿Reserva o Prioridad?

Existen dos posibles estrategias para dar trato preferente a un usuario en una red, cada una tiene ventajas e inconvenientes:

- **Carril BUS:** reservar capacidad para su uso exclusivo. A veces se denomina ‘QoSHard’. Ej.: VCs ATM con categoría de servicio CBR.
- **Ambulancia:** darle mayor prioridad que a otros usuarios. A veces se denomina ‘QoSsoft’. Ejemplo: Token Ring.

¿Reserva o Prioridad?

Tabla 3.4. Ventajas e Inconvenientes sobre Reserva y Prioridad en la QoS

	Ventajas	Inconvenientes
Reserva	<ul style="list-style-type: none"> • Da una garantía casi total • Los paquetes no necesitan llevar ninguna marca que indique como han de ser tratados, la información la tienen los routers 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere mantener información de estado en todos los routers por lo que pasa la comunicación • Se requiere un protocolo de señalización para efectuar la reserva en todo el trayecto
Prioridad	<ul style="list-style-type: none"> • Los routers no necesitan conservar información de estado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los paquetes han de ir marcados con la prioridad que les corresponde • La garantía se basa en factores estadísticos, es menos segura que la reserva de recursos (puede haber overbooking)

Autor: Daniel Valdiviezo

3.3. Comparación de los modelos (IntServ&DiffServ) dentro del funcionamiento de Internet.

3.3.1.- Modelo INTSERV y el protocolo RSVP

3.3.1.1. Clasificación de las aplicaciones en IntServ (Integrated Services)

Tabla 3.5. Clasificación de Aplicaciones en IntServ

	<i>Tolerantes a pérdidas</i>	<i>Intolerantes a pérdidas</i>
<i>Elásticas</i>	<i>Datos UDP: DNS, SNMP, NTP, etc.</i>	<i>Datos sobre TCP: FTP, Web, e-mail, etc.</i>
<i>Tiempo Real</i>	<i>Flujos Multimedia en modo 'streaming', videoconferencia, telefonía sobre Internet, etc.</i>	<i>Emulación de circuitos (simulación de líneas dedicadas)</i>

Autor: Daniel Valdiviezo

3.3.1.2. Tipos de servicio en IntServ

Tabla 3.6. Tipos de Servicio en IntServ

<i>Servicio</i>	<i>Características</i>	<i>Equivalencia en ATM</i>
<i>Garantizado</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Garantiza un caudal mínimo y un retardo máximo • Cada router del trayecto debe dar garantías • A veces no puede implementarse por limitaciones del medio físico (Ej. Ethernet compartida) 	CBR VBR-rt
<i>Carga Controlada ('Controlled Load')</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad similar a la de una red de datagramas poco cargada • Se supone que el retardo es bajo, pero no se dan garantías 	VBR-nrt
<i>'BestEffort'</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna garantía (como antes sin QoS) 	UBR

Autor: Daniel Valdiviezo

3.3.1.3. Reparto de recursos en IntServ

Diagrama 3.5. Reparto de Recursos en IntServ



Autor: Gutiérrez Arturo; ANALISIS Y PROPUESTA DE UN ESQUEMA DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA LA RED DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

3.3.2. Modelo DiffServ (Servicios Diferenciados) y Campo DSCP

- 6 bits = 64 ‘codepoints’ (categorías de tráfico) diferentes.
- De momento se han dividido en 3 grupos:

Tabla 3.14. Campo DSCP

Codepoint	Valores	Uso
xxxxyy0	32	Estándar
xxxx11	16	Local/experimental
xxxx01	16	Reservado

*En el grupo estándar los tres primeros bits (xxx) indican la clase

Autor: Daniel Valdiviezo

3.3.2.1. Tipos de Servicio en DiffServ

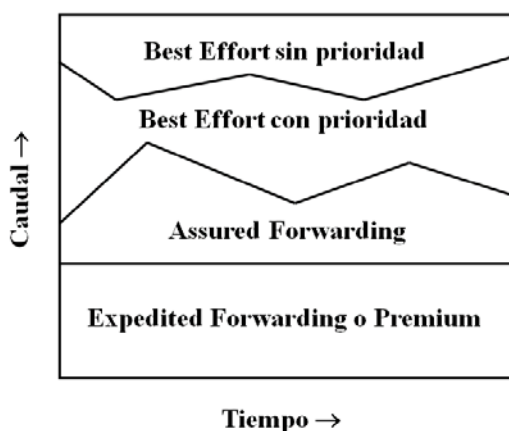
Tabla 3.15. Tipos de Servicio en DiffServ

Servicio	Características	Equivalencia en ATM
‘ExpeditedForwarding’ o ‘Premium’	<ul style="list-style-type: none"> Es el que da más garantías. Equivale a una línea dedicada Garantiza Caudal, tasa de pérdidas, retardo y jitter Valor 101110 en DSCP 	CBR VBR-rt
‘AssuredForwarding’	<ul style="list-style-type: none"> Asegura un trato preferente, pero sin fijar garantías (no hay SLA) Se definen cuatro clases y en cada una tres niveles de descarte de paquetes 	VBR-nrt
‘BestEffort’ con prioridad	<ul style="list-style-type: none"> Sin garantías, pero obtendrá trato preferente frente a ‘besteffort sin prioridad’ 	ABR
‘BestEffort’ sin prioridad	<ul style="list-style-type: none"> Ninguna garantía, obtiene solo las migajas 	UBR

Autor: Daniel Valdiviezo

3.3.2.2. Reparto de recursos en DiffServ

Diagrama 3.8. Reparto de Recursos en DiffServ



Autor: Gutiérrez Arturo; ANALISIS Y PROPUESTA DE UN ESQUEMA DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA LA RED DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA

3.3.2.3. Comparación General sobre los dos tipos de servicio analizados.

- IntServ fue desarrollado con anterioridad a Diffserv, pero DiffServ se ha extendido y lo continúa haciendo.
- Qbone, red experimental de QoS en internet 2, utiliza el modelo Diffserv.
- La implementación de routers continúa en base al modelo DiffServ.
- En Diffserv, los recursos son controlados en el punto de acceso, en Intserv la información de los flujos va por cada router de la trayectoria.
- Los problemas de escalabilidad en redes de tamaño considerable, han ocasionado que los servicios integrados se vean un poco excluidos de algunas empresas fabricantes de hardware para redes.

Tabla 3.16. Diferencias entre DiffServ e IntServ

SERVICIOS INTEGRADOS	SERVICIOS DIFERENCIADOS
Son aplicables en redes pequeñas	Presenta un buen desempeño tanto en redes pequeñas como grandes
Funciona en el nivel 4 del modelo OSI	Trabaja en el nivel 3 del modelo OSI, el cual lo hace transparente para el usuario
Deja que los usuarios puedan realizar explícitamente peticiones de QoS	Tiene solo 12 posibilidades de servicio
Permite solicitudes de calidad de servicio con gran granularidad	Los tipos de servicio son permanentes
Necesita periódicamente refrendar el tipo de servicio	Los recursos son asignados en el router de frontera
Utilizan un protocolo de reserva para designar recursos	Los nodos internos procesan los paquetes de acuerdo al campo DS
Posee un mecanismo mas complejo y exigente	Tiene una forma sencilla de clasificar y priorizar el trafico

Autor: Daniel Valdiviezo

Presentación del Análisis Realizado

4.1. Sobre la Calidad del Servicio en Internet

El gran objetivo de las redes de computadores es diseñar una red que tenga la flexibilidad y el bajo costo de la Internet, pero que ofrezca las garantías de calidad de servicio extremo a extremo de la red telefónica, obtener un mayor ancho de banda puede parecer en la mayoría de los casos la solución más óptima, pero hay que tener en cuenta que la calidad de servicio en internet (QoS) viene dada por diferentes modelos que tienen distintos procedimientos. En este estudio se ha tomado dos de ellos, Servicios Integrados (IntServ) y Servicios Diferenciados (DiffServ).

En Cuanto a la **Congestión y Calidad** de Servicio, sería muy fácil dar calidad de servicio si las redes nunca se congestionaran. Para ello habría que sobredimensionar todos los enlaces, cosa no siempre posible o deseable. Para dar QoS con congestión es preciso tener mecanismos que permitan dar un trato distinto al tráfico preferente como los SLA (ServiceLevelAgreement) que son los contratos entre el cliente y la empresa o ISP, en donde el usuario se compromete a que su tráfico se ajuste al perfil contratado. El mecanismo de **Reserva** da una garantía casi total, debido a que los paquetes no necesitan llevar ninguna marca que indique como han de ser tratados, puesto que esa información la tienen los routers, pero se requiere mantener la información de estado de todos los routers por los que pasa la comunicación. En cuanto al mecanismo de **Prioridad** los routers no necesitan conservar la información de estado pero los paquetes deberían ir marcados con la prioridad que les corresponde.

Los modelos de servicio de calidad en internet investigados en el presente estudio, brindan diferentes alternativas sobre el manejo de la información dentro de internet para mejorar su calidad y así igualar o superar las expectativas del usuario.

4.2. Propuesta para Servicios Integrados (IntServ)

En el modelo de servicios integrados se solicita de antemano los recursos que se necesita para que exista un flujo adecuado de información, esto sucede mediante una reserva que se realiza por medio del protocolo RSVP que transmite a los nodos o routers los requisitos que necesitan las diferentes aplicaciones para cumplir con el servicio extremo a extremo, una vez aclarado esto, se recomienda que el modelo de servicios integrados sea aplicado en redes de tamaño pequeño por el hecho de va a producir problemas de escalabilidad debidos a la necesidad de mantener información de estado en cada router de cada flujo y esto no se puede mejorar sin incrementar el ancho de banda, que como resultado final nos producirá un costo de conectividad más elevado y además una congestión en la red, sin poder dar prioridades a los usuarios; propongo que se podría establecer un mensaje de acuse de recibo, en este caso de tipo “Ack”, para indicar si un estado ha sido refrescado, y de esta manera se evitaría enviar mensajes de refrescamiento de manera seguida y así se logra disminuir la sobrecarga del ancho de banda y sobrecarga del sistema, incrementando la sobrecarga de procesamiento de mensajes en cada enrutador en un porcentaje muy bajo.

Se insiste en que éste modelo se puede aplicar y resulta muy efectivo en redes que no manejan grandes volúmenes de tráfico.

El mecanismo de funcionamiento de IntServ con RSVP funciona como sigue:

- El emisor envía un mensaje PATH que contiene su especificación de tráfico (Tspec) a un grupo unicast o multicast.
- Los routers añaden su dirección IP antes de reenviarlo y aprenden cuál es su routerupstream (hacia arriba).
- El receptor responderá al emisor con un mensaje RESV que contiene la Tspec del emisor y la Rspec (típicamente el ancho de banda) deseada. Este mensaje recorrerá el camino inverso a PATH.

4.3. Propuesta para Servicios Diferenciados (DiffServ)

En el modelo de Servicios Diferenciados, la administración de la red va agregando las demandas de los usuarios a los routers y propagándolas por el trayecto para que éstos routers traten cada paquete según su categoría (que viene marcada en la cabecera del paquete); una vez que se marque el DSCP (Differentiated Services Code Point) con un valor adecuado, que corresponde a la “categoría” que hemos mencionado anteriormente, los paquetes que van a transitar por medio de dicha red van a recibir el mismo trato durante su trayectoria, sin distinguir el origen de la aplicación o del paquete en sí; hay que recalcar que el dimensionamiento realizado en los nodos haya sido adecuado teniendo en cuenta que en los nodos se realiza una reserva de recursos para cada clase de tráfico, y si este tráfico no se comporta estadísticamente como habíamos previsto las reservas realizadas podrían ser incorrectas.

Una vez aclarado el funcionamiento de éste modelo, se recomienda el uso del mismo para redes con volúmenes de tráfico muy variables pero con una correcta y obligatoria utilización de Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA) por parte de las empresas proveedoras de servicios de internet (ISP), para así evitar dimensionamientos errados dentro de los nodos que manejan en el tráfico de los paquetes, para así poder cumplir con los requerimientos del usuario.

El modelo de Servicios Diferenciados ha ido creciendo a lo largo de los últimos años debido a que su estructura permite agregar flujos sin ningún problema y ese es el motivo por el que muchos fabricantes de routers implementan versiones cada vez más eficientes para este modelo de servicio.

Por ejemplo, imaginemos un escenario donde la mayor parte de usuarios está realizando audio-conferencias utilizando usando un perfil EF (Expedited Forwarding, son flujos de tráfico que requieren un caudal mínimo asegurado), Mientras que algunos usuarios minoritarios hacen uso del perfil AF (Assured Forwarding, son flujos de tráfico con menores requisitos que los de un flujo EF, y no fija garantías, no hay SLA's) para acceder a su correo electrónico; Si las previsiones de tráfico no se hubiesen realizado adecuadamente y las reservas de recursos fueron incorrectas podría suceder que los usuarios con perfil AF recibiesen un mejor tratamiento que aquellos con EF.

4.4. Recomendación General

Tanto los servicios Diferenciados, como los servicios Integrados proveen a su manera las garantías QoS:

IntServ provee garantías por flujo y con un establecimiento previo de la ruta lo cual le supone un buen comportamiento en términos de granularidad de servicio y de seguridad pero representa un pobre desempeño en parámetros como escalabilidad y velocidad.

DifServ por su parte provee garantías por agregado de flujo y por salto. Esta propuesta presenta una buena escalabilidad y velocidad en el establecimiento de la transferencia pero le resta prestancia en granularidad, seguridad y respuesta a los cambios. Cabe señalar que la escalabilidad del protocolo de ruteo es un problema fundamentalmente diferente de la escalabilidad del modelo de servicio.

Con todo lo expuesto en esta investigación, se recomienda el modelo de servicio diferenciado (DiffServ) que se encuentra mejor constituido debido a la forma en la que maneja el proceso de comunicación de la información; todo esto es gracias a la función acondicionamiento, que es la encargada de que el tráfico se ajuste a las condiciones del TCA (*TrafficConditioningAgreement*): *está compuesto de tres funciones, Función Medidor, Función Marcador y Función Conformador y Descarte*); mientras que el modelo de servicios integrados (IntServ) al aplicar reservas individuales de recursos para cada flujo de información, ocasiona problemas de escalabilidad en el núcleo de la red debido a que el volumen o capacidad que maneja cada usuario es ilimitado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. Se encontró que el modelo de Servicios Integrados (IntServ) no resulta adecuado para redes inalámbricas debido a las propiedades intrínsecas de las mismas, que se caracterizan principalmente por la dependencia de un medio especialmente variable.
2. Las solicitudes de calidad de servicio en el modelo de servicios integrados ofrece mucha cobertura para los usuarios, mientras que los servicios diferenciados ofrecen tipos de servicio permanentes.
3. Se concluye que para disminuir la sobrecarga del ancho de banda y sobrecarga del sistema, con una pequeña elevación en la sobrecarga de procesamiento de mensajes en cada enrutador, se podría establecer un mensaje de acuse tipo Act para que nos indique si un estado ha sido refrescado y así enviar mensajes de refrescamiento de manera repetitiva.
4. El modelo de Servicios Integrados es aplicable únicamente para redes pequeñas si se desea mantener calidad en el servicio de internet.
5. Como se observó en el desarrollo de este estudio, la Calidad de Servicio se puede lograr manejando la Congestión por medio de mecanismos que permitan dar un trato distinto al tráfico preferente, y además, cumpliendo con los SLA's acordados.
6. La utilización de SLA's permite garantizar un caudal mínimo, una tasa máxima de pérdida de paquetes, un retardo máximo y un jitter máximo, permitiendo mantener niveles de calidad ofertados.

7. Tras analizar el funcionamiento dentro de un dominio Diffserv se pudo extraer ciertos resultados interesantes, uno de ellos fue que el tratamiento del tráfico en los nodos ofrece determinadas características de calidad de servicio siempre que el dimensionamiento realizado en los nodos haya sido adecuado, debido a que en los nodos se realiza una reserva de recursos para cada clase de tráfico y si este tráfico no se comporta estadísticamente como habíamos previsto las reservas realizadas podrían ser incorrectas.
8. Una vez concluida la investigación del modelo de calidad DiffServ, podemos observar que los problemas de escalabilidad encontrados en el modelo de Servicios Integrados desaparecen, debido a que la agregación de tráfico provoca que las funciones a implementar por los nodos Diffserv no incrementen de forma desorbitada según el número de usuarios y flujos.
9. Para que los servicios diferenciados funcionen de una manera eficaz, es obligatorio el uso de SLA's (Service Level Agreement) para que se realice un dimensionamiento adecuado de la red; así el usuario se compromete a que el tráfico que utilizara se ajuste al perfil contratado y a su vez el proveedor se compromete a prestar dicho servicio con una calidad determinada.
10. El modelo de calidad DiffServ evita problemas de escalabilidad encontrados en IntServ utilizando marcado de paquetes, debido a que no hay reserva de recursos por flujo, protocolos de señalización e información de estado en los routers.
11. En el modelo DiffServ, el manejo de la información es más eficaz, debido a que todos los flujos quedan clasificados en las categorías existentes y el número de categorías es limitado e independiente del número de flujos o usuarios.

12. Se hace notar que las tecnologías son cada vez más y mejores, sin duda en el futuro el crecimiento de las redes inalámbricas será aun mayor y la proliferación de más tecnologías será necesario, es por esto que las analizadas en este trabajo tienen la necesidad de seguir desarrollándose, implementándose y mejorando con el tiempo, ya que si ahora existen problemas por la cantidad de usuarios y los servicios utilizados, en el futuro esto se intensificará.

5.2. RECOMENDACIONES:

1. Es siempre necesario que el sistema encargado de la provisión de calidad de servicio interactúe con el resto de sistemas que puedan existir en la arquitectura de red, para que se pueda ofrecer una calidad de servicio global.
2. No siempre la mejor solución para obtener tiempo real en internet es aumentar el ancho de banda, debido al factor costo, sino utilizar todas las herramientas disponibles como los SLA's correctamente detallados con el proveedor para así obtener el resultado esperado a un mismo costo.
3. Implementar el modelo de Servicios Integrados en redes de bajo volumen de tráfico para evitar saturación del ancho de banda.
4. Promover el uso y puesta en práctica de Acuerdos de Nivel de Servicio (SLA), para obtener mayores niveles de calidad, sin que se vea afectado el costo del servicio de internet.
5. Los parámetros que se deben especificar en un SLA, varían de acuerdo a las aplicaciones que se quiera manejar, estos parámetros son: disponibilidad, ancho de banda, pérdida de paquetes, round trip delay, y finalmente Jitter.

6. Se recomienda que el número de SLA's sea igual al número de tráficos existentes en la red, para que dichos tráficos cumplan con las características especiales para los que fueron contratados y así se obtenga la calidad esperada.
7. En redes de mediano y gran volumen, se recomienda utilizar el modelo de servicio diferenciado, debido a la independencia del número de usuarios sobre las clases de tráfico existentes gracias a su arquitectura escalable.
8. Las redes más beneficiosas serían las que logren un compendio entre estos dos tipos de servicios, es decir, clasificarles y asignarles una cierta cantidad de recursos, pero sin que esto genere una cantidad desmesurada de información añadida a la cabecera de los paquetes.
9. Tomando en cuenta que el uso compartido de archivos como audio y video son la principal causa de saturación de una red, fomentar la necesidad de una búsqueda y desarrollo de nuevas alternativas para controlar, proteger y optimizar los recursos de las redes de la Facultad de Ingeniería y de todo el campus de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, ofreciendo un conjunto de herramientas inteligentes que permitan implementar y aplicar con un elevado nivel de granularidad y flexibilidad las políticas de control del ancho de banda.

BIBLIOGRAFÍA

- Martín M. Raúl; Funcionamiento de Internet. Internet; <http://www.uclm.es/profesorado/raulmmartin/Internet.MetododeNegocios/Tema2.pdf>; Acceso: (10 de Septiembre de 2011).
- Computación Aplicada al Desarrollo S.A. de C.V; Historia del Internet; Internet; http://www.cad.com.mx/historia_del_internet.htm. Acceso: (10 de Septiembre de 2011).
- Instituto Tecnológico Sudamericano; Importancia del Internet; Internet: <http://www.slideshare.net/espantapajaros/importancia-del-internet-2089896>; Acceso: (10 de Septiembre de 2011).
- WEBMASTER; La Importancia de Internet; Internet: <http://www.cuentascuentos.com/la-importancia-de-internet/>; Acceso: (10 de Septiembre de 2011).
- Geoff Huston; Quality of Service-Fact or Fiction?; Internet Protocol Journal Vol.3 http://www.cisco.com/warp/public/759/ipj_3-1/ipj_3-1_qos.html; Acceso: (10 de Septiembre de 2011).
- Baker, F., Krawczyk, and J. Sastry, A.; Intserv; Internet <http://www.ietf.org/html.charters/intserv-charter.html>; Acceso: (11 de Septiembre de 2011).
- Terzis, A.; Braden, B.; Vincent, S.; Zhang, O.; Intserv; Internet: <http://www.ietf.org/html.charters/rsvp-charter.html>; Acceso: (11 de Septiembre de 2011).
- Indiana University's Steve Wallace & Matt Davy; QoS on Internet2; Internet: <http://www.internet2.edu/qos/wg>; Acceso: (12 de Septiembre de 2011).

- Benjamin Teitelbaum; Internet2 (University Corporation for Advanced Internet Development) / Advanced Network & Services; Internet: <http://www.isoc.org/inet99/proceedings/4f/4f/1.html>; Acceso: (13 de Septiembre de 2011).
- Aguirre Isabel V., Ortiz Martha V.; Manejo de la Calidad del Servicio en Redes basadas en MPLS, bajo plataforma Linux; Internet: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/316/1/18T00402.pdf>; Acceso: (14 de Septiembre de 2011).
- García Carlos G.; Propuesta de Arquitectura de QoS en entorno inalámbrico 802.11e basado en Diffserv con ajuste dinámico de parámetros.; Internet: <http://www.it.uc3m.es/cgarcia/articulos/tesis-carlos-garcia-15jun.pdf>; Acceso: (20 de Septiembre de 2011).
- Revista Científica de la IEEE Uninorte; Acercamiento de una Propuesta de Calidad de Servicio (QoS) para Redes de Siguiete Generación (NGN).; Internet: <http://www.uninorte.edu.co/divisiones/Ingenierias/DptoElecElectr/upload/File/revista.pdf>; Acceso: (26 de Septiembre de 2011).
- The Internet Society (2000), Microsoft informativos; DiffServ e IntServ; Internet: <http://www.normes-internet.com/normes.php?rfc=rfc2998&lang=es>; Acceso: (13 de Octubre de 2011).
- Montañana Rogelio; Calidad de Servicio (QoS) en Internet; Internet: <http://www.uv.es/montanana/ampliación/ampli6.pdf>; Acceso (15 de Octubre de 2011).
- Wikipedia; QoS en Internet; Internet: <http://es.wikitel.info/wiki/QoS>; Acceso: (15 de Octubre de 2011).

- Ruiz Jacinto C.; Redes y Comunicaciones (tercera parte, capítulo 13); Internet: <http://www.mailxmail.com/curso-redes-comunicaciones-internet-3/internet-calidad-servicio>; Acceso: (16 de Octubre de 2011).
- Ruiz Jacinto C.; Redes y Comunicaciones (tercera parte, capítulo 12); Internet: <http://www.mailxmail.com/curso-redes-comunicaciones-internet-3/ip-nueva-generacion>; Acceso: (16 de Octubre de 2011).
- ADSL FAQs, Que es QoS (Quality Of Service, Calidad de Servicio)?; Internet: <http://www.adslfaqs.com.ar/que-es-qos-quality-of-service-calidad-de-servicio/>; Acceso: (17 de Octubre de 2011).
- Peña José, Jiménez Tania; ANALISIS POR SIMULACION DE DIFERENTES ESTRATEGIAS PARA EL MEJORAMIENTO DE VOIP; Internet: <http://www.ps.usb.ve/cac05/trabajos/cac05-34.pdf>; Acceso: (18 de Octubre de 2011).
- Oracle; Modelo de Servicios Diferenciados; Internet: <http://download.oracle.com/docs/cd/E19957-01/820-2981/ipqos-intro-11/index.html>; Acceso: (18 de Octubre de 2011).
- Oracle; Arquitectura IPQoS y el modelo Diffserv; Internet: <http://download.oracle.com/docs/cd/E19957-01/820-2981/ipqos-reference-2/index.html>; Acceso: (18 de Octubre de 2011).
- Gutiérrez Arturo; ANALISIS Y PROPUESTA DE UN ESQUEMA DE CALIDAD DE SERVICIO (QoS) PARA LA RED DE LA UNIVERSIDAD DE COLIMA; Internet: http://digeset.ucol.mx/tesis_posgrado/Pdf/Arturo%20Torres%20Gutierrez.pdf; Acceso: (19 de Octubre de 2011).
- Wikipedia; Algoritmo SlowStart; Internet: <http://es.wikipedia.org/wiki/Slow-start>; Acceso: (19 de Octubre de 2011).

GLOSARIO

DiffServ: Servicios Diferenciados (DifferentiatedServices).

DSCP: Código de los Servicios Diferenciados (DifferentiatedServicesCode Point)

IntServ: Servicios Integrados (IntegratedServices).

ISP: Proveedor de servicios de internet (Internet ServiceProvider).

PHB: Comportamiento por salto (Per Hop Behaviour).

Protocolo RSVP: Protocolo de reserva de recursos (ResourceReservationProtocol).

QoS: Calidad y Servicio (Quality of Service).

SLA: Acuerdo de Nivel de Servicio (ServiceLevelAgreement).

TCA: Acuerdo de condicionamiento de tráfico (TrafficConditioningAgreement).

TCS: Especificaciones de condicionamiento de tráfico (TrafficConditioningSpecification).